

## SOMMARIO

<b>PARTE PRIMA: DEFINIZIONE TECNICA DELL'APPALTO</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPO 1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO</b> .....	<b>1</b>
ART. 1 OGGETTO E DEFINIZIONI .....	1
<b>PARTE SECONDA: SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPO 1. QUALITA', REQUISITI DI ACCETTAZIONE E PROVE DEI MATERIALI, MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORI</b> .....	<b>2</b>
ART. 2 OPERAZIONI PRELIMINARI - RILIEVI - CAPISALDI - TRACCIATI .....	2
ART. 3 MODALITÀ DI PROVA .....	2
ART. 4 PRESCRIZIONI GENERALI - PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....	3
ART. 5 PROVE DEI MATERIALI .....	15
ART. 6 SONDAGGI E TRACCIAMENTI .....	15
ART. 7 MOVIMENTI DI MATERIE .....	15
ART. 8 SCAVI .....	16
ART. 9 ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONE .....	19
ART. 10 DEMOLIZIONE DI MURATURE E FABBRICATI .....	19
ART. 11 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO STRADALE E DELLA FONDAZIONE STRADALE IN TRINCEA .....	21
ART. 12 RILEVATI .....	22
ART. 13 IMPIEGO DELLE TERRE APPARTENENTI ALLE CATEGORIE A2-6, A2-7, A4, A5, A6, A7, NELLA FORMAZIONE DEI RILEVATI .....	24
ART. 14 MALTE .....	25
ART. 15 TIRANTI DI ANCORAGGIO .....	27
ART. 16 OPERE IN CALCESTRUZZO NORMALE, SEMPLICE OD ARMATO .....	34
ART. 17 CALCESTRUZZI .....	36
ART. 18 ACCIAIO PER CA, CAP .....	49
ART. 19 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE - CANTONALI - PEZZI SPECIALI - PARAPETTI - ECC .....	54
ART. 20 CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE .....	54
ART. 21 STRUTTURE ED OPERE METALLICHE .....	55
ART. 22 APPARECCHI D'APPOGGIO .....	58
ART. 23 INTONACI E PROTETTIVI DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO .....	59
ART. 24 GEOTESSILI .....	60
ART. 25 DEMOLIZIONE, TOTALE O PARZIALE, REALIZZATA CON FRESE, DI STRATI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	61
ART. 26 GHIAIA IN NATURA .....	61
ART. 27 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO .....	61
ART. 28 FONDAZIONE O BASE IN MISTO CEMENTATO .....	63
ART. 29 SCARIFICA .....	65
ART. 30 QUALIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI .....	66
ART. 31 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI BASE .....	66
ART. 32 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) .....	69
ART. 33 CONGLOMERATO BITUMINOSO "TRADIZIONALE" PER STRATI DI USURA .....	73
ART. 34 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA CON AGGREGATO SINTETICO CHIARO .....	77
ART. 35 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA CON INERTI DI NATURA BASALTICA .....	78
ART. 36 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA CON BITUME MODIFICATO .....	79
ART. 37 MISCELE CON MATERIALI DA RICICLARE .....	86
ART. 38 SEGNALETICA ORIZZONTALE .....	88
ART. 39 SEGNALETICA VERTICALE .....	90
ART. 40 BARRIERE STRADALI (GUARD-RAIL) .....	93
ART. 41 IMPIANTI ELETTRICI E DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE – PRESCRIZIONI GENERALI .....	94

ART. 42 OPERE A VERDE .....	97
ART. 43 PALIFICATE.....	99
ART. 44 TURE PROVVISORIE .....	102
ART. 45 DEMOLIZIONE DI MURATURE E FABBRICATI.....	103
ART. 46 CONSOLIDAMENTO DELLE TERRE CON CALCE E/O CEMENTO .....	105
<b>CAPO 2. NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>113</b>
ART. 47 NORME GENERALI.....	113
ART. 48 SCARIFICA E FRESATURA DI MASSICCIATE STRADALI .....	113
ART. 49 FONDAZIONE STRADALE, PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	113
ART. 50 MATERIALI A PIE' D'OPERA .....	114
ART. 51 VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA .....	114
ART. 52 DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI DEI LAVORI - INVARIABILITÀ DEI PREZZI .....	115
ART. 53 LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI.....	116

## **PARTE PRIMA:          DEFINIZIONE TECNICA DELL'APPALTO**

### **CAPO 1.          NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO**

#### ***ART. 1 OGGETTO E DEFINIZIONI***

Il presente Accordo Quadro disciplina le modalità di esecuzione di lavori per la manutenzione e gli interventi straordinari per la sicurezza e l'integrità della rete viaria della Provincia di Ravenna **riguardanti principalmente la manutenzione dei piani viabili delle strade provinciali**, ma anche, in generale, tutte quelle lavorazioni atte a garantire la manutenzione e quindi il mantenimento della funzionalità e della sicurezza **del corpo stradale , di manufatti, ponti, viadotti, opere d'arte, fossi di guardia e opere idrauliche, segnaletica, barriere e sistemi di protezione passiva, impianti a servizio della circolazione stradale, ecc.**

Tali interventi non predeterminati nel numero saranno individuati dalla Stazione appaltante, nel periodo di vigenza dell'Accordo Quadro, in base alle necessità che emergeranno e che saranno oggetto degli eventuali Contratti Applicativi.

## **PARTE SECONDA: SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE**

### **CAPO 1. QUALITA', REQUISITI DI ACCETTAZIONE E PROVE DEI MATERIALI, MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORI**

#### **ART. 2**

#### ***OPERAZIONI PRELIMINARI - RILIEVI - CAPISALDI - TRACCIATI***

Prima di dare inizio ai lavori che interessano in qualunque modo movimento di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al contratto o successivamente consegnati, segnalando le eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna; in difetto i dati plano-altimetrici riportati nei suddetti allegati si intenderanno definitivamente accettati a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o non fossero inseriti in contratto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere in sede di consegna o al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione dei rilievi in contraddittorio e la redazione dei grafici relativi; in difetto nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sulla ultimazione dei lavori.

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità, l'onere della conservazione spetterà all'Appaltatore fino a collaudo.

Prima di dare inizio ai lavori l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la completa picchettazione delle opere e ad indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti; sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine.

#### **ART. 3**

#### ***MODALITÀ DI PROVA***

La Direzione Lavori avrà la facoltà di sottoporre i materiali da impiegarsi o impiegati nella esecuzione dei lavori ad ogni prova che ritenga necessaria od opportuna per verificarne la rispondenza alle specifiche del presente capitolato ed alle esigenze connesse al loro impiego, uso e destinazione. Allo stesso modo la Direzione Lavori potrà eseguire prove sui materiali già posti in opera ovvero - quando le prestazioni richieste siano riferibili a componenti edilizie o manufatti - su un complesso di materiali tra di loro uniti od assemblati. Per la effettuazione delle prove suddette oltre ai criteri ed alle modalità indicate nei vari articoli del presente Capitolato, si stabilisce, in linea generale, che si utilizzeranno metodi di prova definiti dall'Ente di Unificazione Nazionale (UNI) e dai consimili enti od organizzazioni comunitari ovvero ancora di stati non aderenti alla Unione Europea i cui metodi di prova siano espressamente indicati nel presente Capitolato o nelle certificazioni rilasciate dalle ditte costruttrici.

Le caratteristiche dei materiali e dei manufatti si intenderanno poi accertate ove degli stessi vengano prodotte le certificazioni di conformità rilasciate da organismi certificati e qualificati ai sensi della vigente legislazione accompagnate dalla attestazione del produttore. La certificazione si riferisce ai materiali e manufatti forniti nonché - ove occorra - alla attestazione dell'installatore sulla conformità della posa in opera. La facoltà di far effettuare le prove suddette (o di acquisire ogni necessaria certificazione) si intende espressamente estesa a tutta la durata dell'appalto, e cioè anche per materiali e manufatti già

posti in opera, e così fino al collaudo. In particolare sarà facoltà del collaudatore far ripetere prove già effettuate e richiedere ulteriore accertamento strumentale da lui ritenuto opportuno.

In riferimento ai disposti di cui all'art. 167 commi 7 e 8 del D.P.R. n. 207/10 , si precisa che:

- fanno carico alla Stazione Appaltante le spese corrispondenti alle sole prestazioni di Istituti Autorizzati scelti dalla D.L. e fornite esclusivamente per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche obbligatorie o specificatamente previste dal Capitolato Speciale d'Appalto;
- fanno carico all'Appaltatore tutte le spese e gli oneri occorrenti per l'effettuazione delle operazioni di prova sui materiali, per il collaudo delle opere, per le verifiche tecniche obbligatorie ovvero specificatamente previste dal Capitolato Speciale d'Appalto, eccetto le sole spese di cui al precedente punto a);
- fanno carico all'Appaltatore tutte le spese relative a prove ed analisi, ancorché non prescritte dal Capitolato Speciale d'Appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti, disposte dalla Direzione Lavori o dall'organo di collaudo.

Il prelievo dei campioni da sottoporre a prova sarà effettuato a cura della Direzione Lavori e dalla stessa verbalizzato; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali, dovrà riportare espresso riferimento a tale verbale.

Rimarrà a carico dell'Appaltatore ogni onere ed incombenza per il prelievo e l'invio dei campioni ad Istituti e/o Laboratori come sopra individuati, e per la conservazione dei campioni chiaramente identificati con contrassegno e firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore o suo incaricato o, se del caso, chiusi in contenitori appropriati, sigillati e controfirmati come sopra, nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

#### **ART. 4**

### **PRESCRIZIONI GENERALI - PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché essi, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti accettabili e rispondenti ai requisiti appresso stabiliti ed alle caratteristiche indicate nei successivi articoli ed alle voci in elenco.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra: salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura dell'Impresa, la quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora, in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare, ed essa fosse quindi obbligata a ricorrere ad altre cave poste in località diverse o a diverse provenienze.

Si intende che anche in tali casi resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco, come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali.

In linea generale si stabilisce il principio - al quale l'Impresa appaltatrice si dovrà inderogabilmente uniformare - che tutti i materiali impiegati dovranno essere di buona qualità, ben conservati, privi di qualsiasi difetto, di costruzione o provocato da danni subiti durante il trasporto e l'immagazzinamento e di caratteristiche tecniche e funzionali adeguate alla loro destinazione ed idonee allo scopo per il quale vengono utilizzati.

Essi dovranno altresì soddisfare - per gli specifici campi di applicazione - ogni norma vigente in ordine alle caratteristiche tecniche o di impiego di ciascun singolo materiale o manufatto, ivi comprese, ove esistenti, le relative norme UNI (o, in loro mancanza, progetti di unificazione).

Prima dell'inizio dei lavori (o quanto meno di ogni singola categoria di opere) l'Impresa appaltatrice, a semplice richiesta verbale della D.L., dovrà presentare la campionatura di materiali e manufatti che

intende impiegare, ovvero fornire sufficienti ed inequivocabili elementi di informazione (marca e tipo, provenienza, depliant illustrativi, risultati di prove di laboratorio, certificati ufficiali, ecc.) atti ad individuarne le caratteristiche di qualità e di impiego, od ancora eseguire direttamente in sito campionature di conglomerati bituminosi o di getti in cls, ecc..

L'impresa è inoltre obbligata a presentare, per le barriere stradali, il Certificato di Conformità e marcatura CE; tale marcatura deve indicare che il prodotto è conforme alla norma EN 1317 parte 5 relativa ai sistemi di contenimento dei veicoli, secondo quanto previsto dalle normative vigenti.

La D.L., esaminate le campionature e gli elementi di informazione suddetti, darà il benestare all'impiego od all'esecuzione, oppure nel caso in cui materiali e manufatti non vengano ritenuti di qualità e caratteristiche convenienti - ordinerà la presentazione di ulteriori campionature o darà essa stessa precise indicazioni sui materiali da impiegare.

La scelta tra materiali di uguali od analoghe caratteristiche tecnico - costruttive e prestazioni funzionali, ma di diversa forma od aspetto è demandata alla esclusiva ed insindacabile facoltà della Direzione Lavori.

La D.L. potrà altresì, in qualsiasi momento in corso d'opera procedere in cantiere al prelievo di campioni di materiali e sottoporli, o farli sottoporre, a tutte le prove e verifiche che riterrà necessarie al fine di accertarne la rispondenza alle condizioni di Capitolato ed allo scopo o funzione cui sono destinati.

Qualora da tali prove o verifiche risultino difformità qualificative inaccettabili, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, ordinerà la sostituzione dei materiali suddetti anche se in tutto o in parte impiegati, restando gli oneri conseguenti - nonché quelli relativi al ripristino delle opere ed al successivo riutilizzo di materiali idonei - a completo carico dell'Appaltatore.

Resta infine espressamente inteso che conformemente a quanto disposto dall'art. 167 del D.P.R. n. 207/2010 "l'accettazione dei materiali è definitiva solo dopo la loro posa in opera" e che il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo quelli che fossero deperiti dopo la introduzione nel cantiere o che, per qualsiasi causa non fossero conformi alle condizioni del contratto, e l'Appaltatore dovrà rimuovere dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese "rimanendo altresì responsabile di ogni onere conseguente".

Non ottemperando l'Appaltatore a tale disposizione, l'Ente appaltante ha diritto di provvedere direttamente addebitando all'Appaltatore la spesa relativa, per la quale verrà fatta detrazione sulla contabilità dei lavori.

I materiali rifiutati dovranno essere sostituiti nel perentorio termine che di volta in volta fisserà la D.L.

Anche in tal caso, non ottemperando l'Appaltatore a tale disposizione, si provvederà d'ufficio, a tutte le spese dell'Appaltatore stesso, e delle spese in parola verrà fatta immediata detrazione sulla contabilità dei lavori.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della D.L., l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Per la provvista dei materiali in genere si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 15 del Capitolato Generale e, per la scelta ed accettazione dei materiali stessi, saranno a seconda dei casi applicate le norme ufficiali in vigore.

E così, a titolo indicativo e non esaustivo, precisando che eventuali incompletezze o mancanze nell'elenco che segue non esonerano l'Impresa dai propri obblighi e dalle proprie responsabilità, si citano:

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ per tutti i prodotti da costruzione:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n. 106</b> - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ per i laterizi:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- norma EN 771-1</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ per l'accettazione dei leganti idraulici, delle armature di ferro e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";</li> <li>- L. 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";</li> <li>- Decreto Ministeriale 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";</li> <li>- Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell' «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ per il legname:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto Ministeriale 17/01/2018;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ per i pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbia ed additivi, bitumi, bitumi liquidi ed emulsioni bituminose per costruzioni stradali:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- norma UNI EN 13043.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ per le barriere stradali di sicurezza:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- marcatura CE di conformità norma UNI EN 1317</li> <li>- Circolare del Min. Infrastrutture e Trasporti del 21-07-10</li> <li>- Circolare del Ministero dei Trasporti del 15-11-2007</li> <li>- D.M. 21/06/04</li> <li>- D.M. 03/06/98</li> <li>- D.M. 18 febbraio 1992 n. 223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" e successive modifiche ed aggiornamenti;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- per la segnaletica stradale:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D.LGS 30 aprile 1992 n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive modifiche;</li> <li>- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada";</li> <li>- D.M. 31 marzo 1995 "Disciplinare Tecnico delle pellicole rifrangenti";</li> <li>- Circ. amm.va LL.PP. n. 3652 del 1998 "Certificato di conformità del prodotto";</li> <li>- Direttiva Ministeriale del 24 ottobre 2002 che fa riferimento alla Norma UNI – EN 1436 del maggio 1998.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ per gli impianti elettrici e di pubblica illuminazione:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D.M. 37/2008</li> <li>- Legge Regionale 29 settembre 2003 n. 19 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso";</li> <li>- Legge 18 ottobre 1977 n. 791 "Direttiva della CEE sulla sicurezza del materiale elettrico";</li> <li>- Legge 10 marzo 1968, n.168 "art. 1e 2";</li> <li>- Norma UNI 10439 ottobre 1995 "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato";</li> <li>- Norma CEI 64-8, ottobre 1992 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata a 1500 V in corrente continua";</li> <li>- Norma CEI 34-21, fasc. n. 1034 del novembre 1987 "Apparecchi di illuminazione" - parte I;</li> <li>- Norma CEI 33-33 fasc. n. 803 del 15 dicembre 1986 "Apparecchi di illuminazione" - parte II "Apparecchi di illuminazione stradale";</li> <li>- Norma CEI 64-7, fasc. n. 800 del 1 maggio 1986 "Impianti elettrici di</li> </ul>

	<p><i>illuminazione pubblica e similari”;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Norma CEI 64-2, fasc. n.807 del maggio 1987 “Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio”;</i></li> <li>- <i>Norma UNI-EN 40 “Pali per illuminazione”;</i></li> <li>- <i>“DLgs 9 aprile 2008 n. 81 “attuazione dell’art.1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;</i></li> </ul>
--	---

## ACQUA

L’acqua da impiegare nella confezione delle malte e dei conglomerati cementizi, sia normali che speciali, deve essere dolce, limpida, sufficientemente pura e non deve contenere apprezzabili quantità di sostanze nocive, quali limi, humus, acidi organici, alcali, sali.

Si prescrive pertanto l’uso tassativo di acqua potabile, da attingere, qualora sia disponibile, direttamente dalla rete di distribuzione degli acquedotti.

## CALCI AEREE

Dovranno rispettare la norma UNI EN 459-1

## LEGANTI IDRAULICI

Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche dettate dal D.M. 17/01/2018.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell’uso, in perfetto stato di conservazione. Il loro impiego nella preparazione di malte e calcestruzzi dovrà avvenire con l’osservazione delle migliori regole d’arte.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall’umidità.

## POZZOLANE

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle “Norme per l’accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico” C.N.R. ed. 1952 e disposizioni successive.

Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

## SABBIA PER OPERE MURARIE E PER CALCESTRUZZO

Dovrà corrispondere alle caratteristiche tecniche dettate dalle norme del D.M. 17/01/2018 e dalla norma UNI EN 12620.

La sabbia dovrà essere ben granita, ruvida al tatto, di grossezza normale ed uniforme scevra di sostanze terrose ed organiche e dovrà essere vagliata e lavata.

Per le murature di getto o di pietrame si sceglieranno le sabbie meno fini, riservando le più sottili per le murature di mattoni, di pietra squadrata e da taglio e per le profilature.

## INERTI PER CALCESTRUZZO

Dovranno corrispondere alle condizioni previste dalle norme del D.M. 17/01/2018 e dalla norma UNI EN 12620.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi, privi di parti friabili, polverulenti, terrose, della pezzatura compresa fra mm.0,075 e mm. 50.

Andranno preventivamente vagliati e lavati e poi rimescolati con la composizione granulometrica che verrà preventivamente approvata dalla D.L., in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi.

L’Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Per lavori di notevole importanza l’Impresa dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla D.L. i normali controlli.

Le dimensioni dovranno sempre essere le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il c.l.s. è destinato: di norma però non si dovrà superare il diametro massimo di mm. 50 se si tratta di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpata o

simili; di mm. 40 se si tratta di getti per volti; di mm. 30 se si tratta di cemento armato e di mm. 20 se si tratta di cappe o getti di limitato spessore (parapetti, cunette, coperture ecc.).

Gli inerti destinati alla confezione dei conglomerati cementizi armati dovranno essere privi di sostanze nocive alle armature.

### CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla UNI 7163 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 17/01/2018.

### MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura, fresatura o simili.

In particolare:

- gli acciai destinati ad armatura di cementi armati dovranno corrispondere ai requisiti del D.M. 17/01/2018;
- l'acciaio armonico per c.a. precompressi sarà conforme ai requisiti del D.M. 17/01/2018;
- il lamierino di ferro per formazione di guaine dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore 2/10 di mm;
- il filo spinato sarà in acciaio zincato con resistenza unitaria di 65 Kg/mm<sup>2</sup> diametro 2, 4 mm. con triboli a 4 spine in filo zincato cotto intervallati di cm 7,5 che non presentino possibilità di traslazione o di rotazione sul filo;
- acciaio fuso in getti: l'acciaio in getti per cerniere, apparecchi d'appoggio fissi o mobili, dovrà essere di prima qualità ed esente da qualsiasi altro difetto;
- ghisa: la ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e lo scalpello; di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità, ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghisa fosforosa.

Gli acciai da costruzione non contemplati dalle Norme sopra indicate od altre vigenti, potranno essere impiegati previa presentazione di certificati di provenienza e di collaudo comprovanti la corrispondenza alle caratteristiche prescritte e comunque subordinatamente all'accettazione della Provincia.

NOTA per tutti i materiali ferrosi; su richiesta della D.L., saranno presentati alla stessa i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere e fonderie fornitrici.

### LEGNAMI

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

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

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

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

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

I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 17/01/2018.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte, affinché le fibre non riescano mozzate alla sega e si ritirino nelle connessioni.

### LATERIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti dalla norma EN 771-1

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino - terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.

I mattoni, inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè se sottoposti quattro mattoni segati a metà, a venti cicli di immersione in acqua a 35 gradi, per la durata di 3 ore e per altre 3 ore posti in frigorifero alla temperatura di -10 gradi, i quattro provini fatti con detti laterizi sottoposti alla prova di compressione debbono offrire una resistenza non minore dell'ottanta per cento della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto.

I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento di almeno Kg. 160 per cmq.

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.

#### PIETRE E PIETRE DA TAGLIO

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura, nei drenaggi, nelle gabbionate e per qualsiasi altro lavoro dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata alla entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate.

Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio, provenienti da cave accettate dal D.L., oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità; dovranno essere indenni da guasti sofferti nel trasporto e nel collocamento in opera.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. 16/11/1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" - n. 2232.

Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicate dalla D.L.

Le lavorazioni che potranno essere adottate per le pietre da taglio saranno le seguenti:

- a) a grana grossa
- b) a grana ordinaria
- c) a grana mezza fina
- d) a grana fina

Quando anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di cm. 2 rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di cm. 1.

Per le pietre lavorate a punta mezzana od a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere gli spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connessioni non eccedano di mm. 5.

Dove sia prescritta la lavorazione a martellino, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le connessioni non eccedano i mm. 3.

Non saranno tollerate né smussature a spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

Il porfido dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 1600 Kg/cm<sup>2</sup> ed una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come termine di paragone.

#### TUFI

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili, nonché i cappellacci e saranno impiegati solo in relazione alla loro resistenza.

#### CUBETTI DI PIETRA

I cubetti di pietra da impiegare per la pavimentazione stradale debbono rispondere alle " Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali " C.N.R. edizione 1954 ed alla tabella UNI 2719 - edizione 1945.

#### CORDONI - BOCCHETTE DI SCARICO - RISVOLTI - GUIDE DI RISVOLTI - SCIVOLI PER ACCESSI -GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE.

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle " Tabelle U.N.I 2712 - 12713 - 2714 - 2715 - 2716 - 2717 - 2718 - edizione 1945 ".

#### SCAPOLI DI PIETRA DA IMPIEGARE PER LE PAVIMENTAZIONI

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

#### CIOTTOLI DA IMPIEGARE PER I SELCIATI

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e di dimensioni comprese fra i 7 e 12 cm.

#### GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti dalla norma UNI EN 13043.

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

#### PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalla norma UNI EN 13043.

I pietrischetti e le graniglie dovranno essere di natura calcarea, dovranno corrispondere ai requisiti e caratteristiche qui appresso indicati e dovranno in genere provenire da rocce di elevata resistenza alla compressione, durissime e compatte, in guisa da evitare che possano stritolarsi o ridursi in minuti detriti sotto l'azione del carreggio.

Il materiale lapideo per la confezione del pietrisco dovrà avere un coefficiente francese di qualità (DEVAL) non minore di 10, ed un coefficiente I.S.S. non minore di 4.

Il coefficiente di frantumazione non dovrà essere superiore a 140 e la perdita percentuale per decantazione non dovrà essere superiore ad 1.

I pietrischetti e le graniglie provenienti dalla frantumazione di materiali rocciosi saranno esclusivamente costituiti da elementi assortiti, di forma pressoché poliedrica le cui dimensioni saranno comprese tra 2 e 10 mm. per le graniglie e fra 10 e 25 mm. per i pietrischetti.

Saranno rifiutate senz'altro le graniglie ed i pietrischetti ad elementi lamellari o scagliosi e quelli di pezzatura diversa dalla prescrizione.

I pietrischetti e le graniglie saranno ridotti alle prescritte dimensioni mediante granulatori atti a prepararli in forme dei singoli elementi che più si avvicinano a quella poliedrica e che risultano a spigoli vivi e taglienti.

Detto materiale dovrà essere opportunamente vagliato in modo da assicurare che le dimensioni dei singoli elementi siano comprese fra quelle prescritte e dovrà essere spogliato da materie polverulenti provenienti dalla frantumazione mediante lavaggio.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm. ovvero da 40 a 60 mm. se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm. per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm. per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi

e per trattamenti con bitumi fluidi;

- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm. per trattamenti superficiali, penetrazioni e pietrischetti bituminati;
- 5) graniglia normale da 5 a 10 mm. per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm. di impiego eccezionale e previo specifico consenso della D.L. per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

#### TERRENI PER SOVRASTRUTTURE IN MATERIALI STABILIZZATI

Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm. n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenza fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.).

Specifiche prescrizioni in merito sono indicate nel seguito del presente Capitolato Speciale.

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (California bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5mm. in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo.

In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, e sottoposto ad un sovraccarico di 9 Kg. dovrà risultare per gli strati inferiori, non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70.

Durante la immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5 %.

#### DETRITO DI CAVA O TOUT VENANT DI CAVA DI FRANTOIO

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

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

Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare una C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 centimetri.

#### BITUMI - BITUMI LIQUIDI - EMULSIONE BITUMINOSE - CATRAMI - POLVERE ASFALTICA - OLII MINERALI

- a) I bitumi debbono soddisfare ai requisiti stabiliti nella norma UNI EN 12591.

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

- b) Bitumi liquidi - Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui al Fascicolo n.7 del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Ed. 1957. Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

- c) Emulsioni bituminose - Debbono soddisfare alle " Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali di cui al "Fascicolo n.3 " del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.
- d) Catrami - Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" di cui al "Fascicolo n.1 " del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.  
Per i trattamenti si usano i tre tipi: C 10/40, C 40/125 e C 125/500.
- e) Polvere asfaltica - Deve soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali" di cui al "Fascicolo n.6" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Resta in facoltà della D.L. di prescrivere il tipo di bitume, bitume liquido od emulsione bituminosa a seconda delle temperature prevalenti nel periodo e nella zona in cui i lavori dovranno svolgersi e senza che ciò possa dare diritto all'Impresa a pretendere speciali compensi o prezzi diversi da quelli contemplati nell'unito elenco per i conglomerati bituminosi, per i tappeti di usura, o per i trattamenti superficiali ed in genere per tutti i lavori in cui è previsto l'impiego dei leganti suddetti.

#### TUBI IN P.V.C. RIGIDO (NON PLASTIFICATO)

Le tubazioni in P.V.C. rigido (non plastificato) dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- EN 1401: tubi di P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- EN 1401: tubi di P.V.C. rigido (non plastificato). Metodi di prova generali.
- UNI 7444/75: raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di scarico di fluidi. Tipi, dimensioni e caratteristiche (limitata al D 200).
- UNI 7449/75: Raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato). Metodi di prova generali.
- EN 1452: I tubi in P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensionamenti e caratteristiche.

I tubi, i raccordi e gli accessori in P.V.C. dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di unificazione UNI e gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, giuridicamente riconosciuto con DPR n. 120 dello 01.02.1975 e quando non rispondono a marchio IIP dovranno essere obbligatoriamente sottoposti ai vari collaudi.

Il trasporto, l'accatastamento e la posa in opera dei tubi in P.V.C. rigido dovranno avvenire in conformità delle prescrizioni e raccomandazioni di cui alle Pubblicazioni dell'I.I.P. di più recente emanazione.

I pezzi speciali devono rispondere ai tipi, alle dimensioni ed alle caratteristiche stabilite dalla norma UNI 7444/75.

È importante predisporre fino dall'atto del montaggio della canalizzazione tutti i pezzi speciali indispensabili per gli allacciamenti degli scarichi alla fognatura.

Dimensioni dei tubi previsti dalla norma EN 1401:

Diametro esterno mm	SN 8 KN/m <sup>2</sup> spess. mm	SN 4 KN/m <sup>2</sup> spess. mm	SN 2 KN/m <sup>2</sup> spess. mm
110	3.2	3.2	3.2
125	3.7	3.2	3.2
160	4.9	4.0	3.2
200	5.9	4.9	3.9
250	7.3	6.2	4.9
315	9.2	7.7	6.2
355	10.4	8.7	7.0
400	11.7	9.8	7.9
450	13.2	11.0	8.9

Diametro esterno mm	SN 8 KN/m <sup>2</sup> spess. mm	SN 4 KN/m <sup>2</sup> spess. mm	SN 2 KN/m <sup>2</sup> spess. mm
500	14.6	12.3	9.8
630	18.4	15.4	12.3

I sistemi di giunzione sono i seguenti:

- del tipo scorrevole;
- giunto a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante idonea guarnizione elastometrica.

#### MATERIALI VARI

Tutti i materiali di cui è previsto l'impiego nella realizzazione delle opere, ma dei quali non sia stato fatto espresso riferimento nel presente articolo, dovranno presentare tutti i requisiti specifici che ne hanno consigliato l'adozione in sede progettuale.

I materiali speciali dovranno risultare tassativamente rispondenti alle prescrizioni.

La D.L. si riserva l'insindacabile facoltà di procedere ad accertamenti al riguardo, a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

#### RETE METALLICA

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

#### MATERIALI PER OPERE IN VERDE

- 1) **Terra:** la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine e ove richiesto dalla banchina centrale spartitraffico, dovrà essere terreno agrario, a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.
- 2) **Concimi:** i concimi minerali semplici o complessi usati per concimazioni in copertura, dovranno essere conservati negli involucri originali di fabbrica.
- 3) **Materiale vivaistico:** il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché la Impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione dei Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.  
Le piantine di portamento arbustivo da destinarsi ai diversi impianti, siano esse riprodotte per via gamica oppure agamica, dovranno presentarsi dell'età e con altezza prescritte nell'allegato elenco prezzi ed essere dotate da apparato radicale ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari. L'apparato aereo, tanto per la specie da potare prima dell'impianto, come pure per quelle da mettere a dimora senza preventiva potatura, dovrà essere munito di un minimo di tre robuste branche e dovrà presentarsi a portamento e forma regolare, di robusto sviluppo, non filato e che non dimostri eccessiva densità di coltivazione in vivaio, accompagnata da forzata coltura in terreno adacquato ed eccessivamente concimato.  
Le talee delle piante erbacee che potranno essere radicate o meno, dovranno comunque presentarsi a corti internodi, ricche di gemme, non filate od a sviluppo stentato.
- 4) **Semi:** anche per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia: dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole del Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di seme da impiegare per unità di superficie.  
La Direzione Lavori, a suo giudizio, insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente", e l'Impresa dovrà sostituirla con altre che rispondano ai requisiti voluti.  
Per il prelievo di campioni di controllo, valgono le norme dell'art. 1.
- 5) **Zolle:** queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle

zolle, l'Impresa potrà comunicare alla D.L. i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benessere all'impiego.

La composizione floristica della zolla, dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della *Achillea millefolium*, della *Plantago* sp.pl., della *Salvia pratensis*, della *Bellis perennis*, del *Ranunculus* sp.pl., mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui: *Rumex* sp.pl., *Artemisia* sp.pl., *Carex* sp.pl. e tutte le umbrellifere.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità.

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

- 6) **Paletti di castagno per ancoraggio di viminate:** dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben dritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm. 6.
- 7) **Verghe di salice:** le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle viminate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con un diametro massimo di cm. 2,5.
- 8) **Talee di salice:** le talee di salice da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm. 2. Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea* o *Salix viminalis* oppure anche delle specie e degli ibridi spontanei nella zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba* ecc. e potranno essere anche di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

## MANTI IMPERMEABILI

### Manti prefabbricati bituminosi con supporto in fibra di vetro.

Per tali manti, oltre a quanto di seguito specificatamente prescritto, si farà riferimento alle norme UNI 7468-75, alle caratteristiche dichiarate da fabbricanti accreditati presso "l'Istituto per la Garanzia dei lavori affini all'Edilizia" nonché alla tabella riportata in calce alla "Normativa per le opere di impermeabilizzazione 1° Stralcio" edita dallo stesso Istituto in data gennaio 1975.

I manti prefabbricati bituminosi con supporto in fibre di vetro, ad eccezione del tipo A successivamente definito, dovranno avere le seguenti essenziali caratteristiche:

- le fibre di vetro costituenti il supporto dovranno essere di diametro nominale tra 10 e 18 micron ed uniformi per resistenza, qualità e spessore;
- il manufatto di fibre di vetro dovrà essere uniforme e con costanza di peso e di spessore (tolleranza  $\pm 5\%$ );
- le fibre di vetro dovranno essere legate con resine sintetiche, insolubili in acqua, non igroscopiche e resistenti fino alla temperatura di 220°C;
- la resistenza longitudinale del feltro di vetro dovrà essere almeno di 16 Kg e quella trasversale almeno di 11 Kg, misurate secondo la norma UNI 3838; la resistenza al passaggio dell'aria sarà di 1 + 2 mm H<sub>2a</sub>;
- il manufatto di fibre di vetro dovrà essere prebituminato in macchina continua;
- la massa dell'unità di superficie del manufatto di fibre di vetro dovrà essere compresa tra 50 e 70 g/mq;
- nello svolgersi dei rotoli del manto, le spire dovranno staccarsi liberamente; a tale scopo una faccia potrà essere cosparsa di talco;
- il bitume impiegato dovrà corrispondere al tipo UNI 4157;

- in una prova di estrazione del solubile con solfuro di carbonio il supporto di fibre di vetro dovrà risultare compatto e feltrato e non dovrà avere perduto la sua coesione.

I manti prefabbricati bituminosi con supporto in fibre di vetro si distingueranno nei seguenti tipi:

		A	B	C
massa minima dei manti	g/mq	270	1200	1700
Contenuto solubile in solfuro di carbonio	g/mq	220	900	1400

Il tipo A dovrà essere costituito esclusivamente da veli di fibre di vetro e bitume, quindi con assenza di altri materiali insolubili in solfuro di carbonio.

Le modalità secondo le quali sottoporre a prova i manti bituminosi con supporto in fibre di vetro di tipo B e C, qualora il Direttore dei Lavori lo ritenga necessario, saranno quelle stabilite nella norma UNI 3838.

#### Manti bituminosi autoprotetti armati con fibre di vetro.

I manti o membrane in argomento, di norma prefabbricati e destinati allo strato di finitura dei trattamenti impermeabilizzanti, saranno costituiti da supporti in fibre di vetro (veli, feltri, tessuti o sistemi misti) impregnati e ricoperti di bitume e miscele bituminose, con la superficie interna protetta da scaglette di ardesia, graniglie di marmo o di quarzo ceramizzate, lamine metalliche a dilatazione autocompensata o meno od altri idonei sistemi.

I veli di vetro avranno le caratteristiche già descritte alla lettera A); il tessuto avrà massa areica non inferiore a 50 g/mq e resistenza a trazione non inferiore a 10 kg/cm.

Il supporto bituminoso avrà una massa non inferiore a 2500 g/mq e sarà costituito da bitume, fillerizzato o meno, ad alto punto di rammollimento (non inferiore comunque a 80°C) e penetrazione a 25°C di 30÷40 dmm.

Le scaglette di ardesia avranno diffusione superficiale non inferiore ad 1 Kg/mq, i materiali granulati diffusione non inferiore ad 1,5 kg/mq; la saldatura, infine, sarà effettuata con non meno di 0,5 Kg/mq di bitume ad alto punto di rammollimento e cariche (talco, mica) in percentuale non superiore al 15% in massa.

In ogni caso, per i manti di cui si parla, potrà essere richiesto il "Certificato di Idoneità Tecnica" rilasciato dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.).

#### Guaine di gomma sintetica.

Prodotte per vulcanizzazione di copolimeri butadienestirene o isobutilene-isoprene od ancora di polimeri cloropreilici con eventuale aggiunta di additivi peptizzanti, plastificati, antiossidanti, coloranti ed ignifuganti, queste guaine dovranno essere resistenti al bitume, alle calci ed ai cementi, ai raggi ultravioletti, all'ozono, agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, alle scintille ed al calore irradiato, alla lacerazione, nonché impermeabili, flessibili ed elastiche.

Gli spessori commerciali delle guaine saranno in generale, salva diversa prescrizione nella voce di elenco prezzi, di 1,5÷2 mm, mentre le altre loro caratteristiche fisico-meccaniche saranno mediamente conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE	Unità di misura	Norme di prova	Valori
Durezza	shore A	DIN 53505	70
massa volumica			≥1,2
fattore di espansione lineare	°C		≤14 x 10 <sup>-5</sup>
allungamento a rottura	%	ASTM D412-64T	≥300
resistenza alla trazione	Kgf/cmq	ASTM D412	≥80
resistenza alla compressione	Kgf/cmq		≥75
resistenza alla lacerazione	Kg/cm	ASTM D624	≥25
resistenza alla temperatura	°C	ASTM D746-64T	-30/+100
resistenza alla diffusione del vapore			≥250.000
assorbimento di acqua a 20°C	%		≤0,1
resistenza alla fiamma		ASTM D568	auto-estinguente

## **ART. 5 PROVE DEI MATERIALI**

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando, ai sensi di quanto precisato all'Art. 38 del presente Capitolato, a tutte le spese di prelevamento di campioni da inviare ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firmati dal Direttore dei Lavori e dall'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

I risultati ottenuti negli Istituti di cui sopra saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

## **ART. 6 SONDAGGI E TRACCIAMENTI**

Subito dopo la consegna dei lavori, allo scopo di determinare con la maggiore esattezza possibile il programma delle opere da eseguire, l'Impresa dovrà effettuare, a sua cura e spese, i sondaggi necessari alla determinazione della natura dei terreni, alla profondità di almeno un metro al di sotto delle quote rosse per gli scavi e al di sotto delle quote nere per i rilevati.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette, con obbligo di conservare in perfetto stato di efficienza i picchetti.

Successivamente dovrà pure stabilire, nei tratti che indicherà la D.L., le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

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

## **ART. 7 MOVIMENTI DI MATERIE**

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale, per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti simili, nonché gli scavi per l'impianto di opera d'arte, saranno eseguiti nelle forme e nelle dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali varianti che l'Amm.ne 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 / armature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

Gli scavi ed i trasporti saranno eseguiti con mezzi meccanici adeguati e con sufficiente mano d'opera: si avrà cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque.

I materiali provenienti dagli scavi non utilizzabili per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori dovranno essere portati a rifiuto in zone disposte a cura e spese dell'Impresa; quelli invece utilizzabili verranno portati sempre a cura e spese dell'Impresa su aree indicate dalla D.L.

Dovrà essere usata ogni esattezza nel sagomare i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada, i quali, nei tratti in rettilineo, dovranno risultare paralleli all'asse stradale.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno costituite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura e composizione del terreno e, comunque a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla D.L. mediante ordini scritti e verbali.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura dei terreni, di grado e costipamento e del contenuto di umidità di essi, l'assuntore dovrà provvedere a tutte le prove necessarie e ciò indipendentemente dall'esame delle caratteristiche dei terreni, ai fini delle loro possibilità e modalità di impiego, che verrà fatto eseguire, nel rispetto di quanto indicato all'Art. 38 del presente Capitolato, dalla D.L. presso un Laboratorio Terre prescelto dalla D.L.

Per qualunque riferimento alle terre, per la loro classificazione e per le modalità delle prove e dei controlli, sono adottate le prescrizioni AASHO (American Association Of State Highway Officials).

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare, a propria cura e spese, l'estirpamento delle 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 dello estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipati.

Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

## **ART. 8 SCAVI**

### **A) SCAVI IN GENERE**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano e con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto che l'Appaltatore dovrà verificare a sua cura, segnalando contemporaneamente le differenze eventualmente riscontrate rispetto alla situazione di fatto, e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

Nella esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere con tutte le necessarie cautele, e nel rispetto delle norme di cui agli artt.12 e 15 del D.P.R. 20/3/1956 n° 320, in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone, alle opere od ai beni di terzi, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate ed al risarcimento dei danni arrecati.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi e non arrechino comunque danni agli scavi ed ai movimenti di materie in genere.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabile, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori dalla sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombinamenti o rinterrati esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla D.L., per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

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

### **B) SCAVI DI SBANCAMENTO**

Sono così denominati gli scavi occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali e opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto; così ad esempio gli scavi in trincea, compresi cassonetti a

qualsiasi si profondità e cunette, nonché gli scavi per le gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 15% e inoltre gli scavi per la bonifica del piano di posa, quelli per lavori di spianamento del terreno, per impianto di opere d'arte per taglio di scarpate delle trincee o di rilevati, per formazione e approfondimento di cunette, fossi, canali.

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc. e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc..

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

### C) SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione si intendono quelli chiusi da pareti di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L. o per la intera area di fondazione o per parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione. Sorgendo dell'acqua di infiltrazione dal terreno circostante o raccogliendosi nel cavo in caso di pioggia, l'impresa è obbligata ad eseguire a tutte sue spese, con adeguata attrezzatura, gli esaurimenti necessari.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento di terreno di adeguata capacità portante. Negli scavi di fondazione è escluso tassativamente l'uso di mine. I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggere pendenze verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate.

Gli scavi di fondazione saranno eseguiti a pareti verticali od inclinate, secondo le precise indicazioni fissate nei tipi progettuali o fornite all'atto pratico dalla D.L., in base alle quali saranno in ogni caso contabilizzati i volumi di scavo. Qualora per la qualità del terreno o altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare od armare le pareti degli scavi, l'impresa dovrà provvedervi di propria iniziativa, adottando tutte le precauzioni occorrenti per impedire i franamenti e restando in ogni caso unica responsabile di eventuali danni alle persone, alle cose ed all'opera per smottamento o franamento dello scavo: in tal caso l'Impresa dovrà procedere al riempimento dello scavo senza diritto ad alcun compenso.

Le armature particolari quali per esempio l'armatura a cassa chiusa, i palancolati tipo "Larsen" o similari o con cassoni autoaffondanti od altre, potranno essere impiegate solamente con benestare della Direzione Lavori. In tale caso, le caratteristiche inerziali geometriche degli elementi costituenti le armature dovranno essere supportate da una relazione di calcolo redatta da un professionista abilitato. Le modalità di infissione e di estrazione delle palancole dovranno essere conformi alle norme di buona tecnica.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. L'Impresa provvederà, a sua cura e spese, al riempimento, con materiali adatti, dei vani rimasti intorno alle murature, ed ai necessari costipamenti sino al primitivo piano di terreno.

### D) SCAVI PER TUBAZIONI E CONDOTTE

Lo scavo per la posa delle condutture in genere dovrà essere regolato in modo che l'appoggio del tubo si trovi alla profondità indicata nei profili di posa o al momento della consegna, salvo quelle maggiori profondità che si rendessero necessarie in conseguenza dell'andamento altimetrico del terreno e delle esigenze di posa.

L'asse delle tubazioni, in corrispondenza delle sedi stradali, indipendentemente dai disegni di progetto, i quali sono tutti e soltanto indicativi, verrà prescelto dalla Direzione Lavori anche in funzione dei sottoservizi esistenti. Gli scavi per la posa delle condutture saranno eseguiti con i mezzi d'opera che l'appaltatore riterrà più convenienti con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e col

diametro esterno del tubo, ricavando opportuni allargamenti e nicchie in corrispondenza delle camerette.

È in facoltà della Direzione Lavori di ordinare che gli scavi siano eseguiti completamente a mano e cioè senza l'impiego di mezzi meccanici ogni qualvolta lo scavo a mano garantisca la realizzazione di economie sul ripristino di manti stradali.

Gli scavi saranno eseguiti a pareti verticali od inclinate, secondo le precise indicazioni fissate nei tipi progettuali o fornite all'atto pratico dalla D.L., in base alle quali saranno sempre ed in ogni caso contabilizzati i volumi di scavo.

Il fondo dello scavo verrà regolato secondo la prescritta livelletta. Sorgendo dell'acqua di infiltrazione dal terreno circostante o raccogliendosi nel cavo in caso di pioggia, l'impresa è obbligata ad eseguire a tutte sue spese, con adeguata attrezzatura, gli esaurimenti necessari.

Qualora per la qualità del terreno o altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare od armare le pareti degli scavi, l'impresa dovrà provvedervi di propria iniziativa, adottando tutte le precauzioni occorrenti per impedire i franamenti e restando in ogni caso unica responsabile di eventuali danni alle persone ed alle cose.

Le armature particolari quali per esempio l'armatura a cassa chiusa o con cassoni autoaffondanti od altre potranno essere impiegate solamente con benestare della Direzione Lavori.

Se il terreno d'appoggio del tubo non risultasse idoneo questo, su espresso ordine della Direzione Lavori, sarà rimosso e sostituito con materiale adatto, la cui fornitura in opera sarà pagata a prezzi di elenco.

È a carico dell'Impresa il carico, trasporto e scarico a rifiuto di tutto il materiale eccedente in discariche, o se richiesto dalla Direzione Lavori, in luoghi indicati dalla Provincia entro il territorio provinciale, intendendosi tale onere già compensato con il prezzo di elenco relativo allo scavo. Qualora nella esecuzione degli scavi la Direzione Lavori ritenesse i normali mezzi di aggotamento non sufficienti a garantire la buona esecuzione dell'opera a causa della falda freatica elevata, con conseguenti franamenti e ribollimenti negli scavi, sarà in facoltà della stessa Direzione Lavori di dare il benestare per l'impiego di mezzi idonei per l'abbassamento della falda, da compensare a parte con il relativo prezzo di elenco, con il quale si è tenuto conto di tutti gli oneri per installazione, funzionamento e rimozione degli impianti.

Per la continuità del transito si costruiranno adeguati ponti provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra impresa ed interessati per una temporanea sospensione del transito.

In particolare l'impresa dovrà curare le necessarie segnalazioni, le quali durante la notte saranno luminose e se occorre custodite. In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada saranno disposti opportuni avvisi.

In ogni modo l'impresa dovrà rendere possibile in posizioni opportune lo scambio di veicoli. L'impresa assume la completa responsabilità di eventuali danni a persone o cose derivanti dalla mancata o insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.

Qualora sia previsto l'insediamento della tubazione della fognatura in sede stradale od in prossimità del solido stradale, l'impresa dovrà procedere alla formazione dei cavi per tratti sufficientemente brevi disponendo e concentrando i mezzi d'opera in modo da rendere minimo per ogni singolo tratto il tempo di permanenza con scavo aperto.

Lo sviluppo di tali tratti verrà tassativamente indicato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

In particolare si fa obbligo all'appaltatore di attenersi scrupolosamente alle disposizioni date, per tramite della Direzione Lavori, dalle Amministrazioni (Comune, Provincia, A.N.A.S., ecc.) investite dalla sorveglianza e manutenzione della strada interessata ai lavori.

L'impresa è tenuta ad assumere a sua cura e spese tutte le notizie alle opere sotterranee di qualsiasi natura che possano interessare l'esecuzione degli scavi e la successiva posa in opera di tubi anche per quanto concerne le norme di rispetto, dovrà poi consegnare un elaborato dal quale risulti la posizione plano-altimetrica delle predette opere.

Pertanto saranno a suo carico gli eventuali incidenti e guasti provocati alle opere stesse, anche se dipendenti da mancata o errata segnalazione, nonché i rifacimenti conseguenti al mancato rispetto delle norme.

Sarà pure a carico dell'impresa l'accordo con gli Enti proprietari delle tubazioni o cavi per gli attraversamenti e parallelismi.

In caso di tubazioni o cavi, che possono comportare danni ai lavoratori o terzi quali tubazioni gas o cavi ENEL l'impresa dovrà dimostrare alla Direzione Lavori prima di intraprendere i lavori, di avere concordato le modalità di lavoro con gli Enti proprietari; comunque l'impresa ha l'intera e piena responsabilità per eventuali incidenti che dovessero accadere.

### **ART. 9 ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONE**

Le armature speciali, comprese quelle a cassa chiusa, occorrenti per gli scavi di fondazione o per gli scavi per la posa di tubazioni, da compensarsi con il relativo prezzo unitario, debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie, e saranno utilizzate esclusivamente dietro espresso benestare della D.L.

Le caratteristiche meccaniche e geometriche degli elementi costituenti le armature dovranno essere supportate da una relazione di calcolo redatta da un professionista abilitato, a cura ed a spese dell'Impresa.

I tipi, le modalità di utilizzo, posa e rimozione degli elementi costituenti le armature degli scavi dovranno essere conformi a quanto prescritto nella relazione di cui al precedente capoverso, oltre che a quanto prescritto dal costruttore.

L'Impresa resta la sola responsabile dei danni cagionati a persone od a cose per l'uso non corretto di tali dispositivi.

La protezione degli scavi con armature speciali sarà contabilizzata a superficie di scavo protetta, in proiezione verticale.

E' compreso inoltre ogni onere e spese per l'esaurimento di acqua con qualsiasi mezzo, a mano o meccanico, per qualsiasi profondità sotto il piano di sbancamento.

### **ART. 10 DEMOLIZIONE DI MURATURE E FABBRICATI**

Le demolizioni di muratura e fabbricati devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio.

L'Impresa è quindi pienamente responsabile di tutti i danni che le demolizioni potessero arrecare alle persone e alle cose.

E' vietato in particolare gettare dall'alto materiali i quali invece dovranno essere trasportati o guidati in basso adottando le opportune cautele per evitare danni e pericoli.

Si dovrà inoltre provvedere al puntellamento delle parti pericolanti.

In linea generale, nel caso in cui si debba procedere a demolizioni di murature, calcestruzzi ecc., qualunque siano il tipo o la dimensione delle strutture od opere e qualunque sia la natura dell'intervento (demolizioni complete o parziali, rotture ecc.), le demolizioni medesime dovranno essere eseguite con ordine e con ogni necessaria precauzione per non danneggiare le residue murature e strutture, per prevenire qualsiasi infortunio agli addetti od a terzi e, parimenti, per evitare incomodi o disturbi.

Allo stesso modo si dovrà procedere nel caso di rimozioni - sia che si tratti di materiali e manufatti da ricollocare successivamente in opera che di materiali o macerie da allontanare alle pubbliche discariche - rimanendo espressamente inteso che di ogni eventuale danno, inconveniente od incidente - di qualunque genere e da qualsivoglia causa provocato - e delle loro conseguenze in sede civile o penale, sarà tenuto pienamente e completamente responsabile l'Appaltatore, rimanendone così sollevati sia la Provincia che i propri organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

a) Demolizioni parziali

Nel caso di demolizioni parziali (demolizioni di singole murature e strutture, di solai, di archi e volte di scale, di tetti ecc. ed anche rotture di muri per creazioni di vani di porta e finestra, di solai per creazione di vani scale ed ascensori e simili) dovranno essere in tutto osservate le norme e disposizioni di cui agli artt 150 e 155 del DLgs 09.04.2008 n. 81. In questo caso inoltre le verifiche preliminari intese ad accertare lo stato delle strutture da demolire ed i possibili effetti che dalle demolizioni potranno derivare alle strutture rimanenti, dovranno essere condotte con particolare cura, diligenza ed estensione e le loro risultanze saranno sottoposte, prima di dar corso alle demolizioni, alla Direzione Lavori unitamente alle proposte in ordine agli accorgimenti da adottare per evitare crolli o danni alle strutture da conservare. Similmente dovrà essere tempestivamente segnalata in corso d'opera, ogni manifestazione che denoti una compromissione statica od edilizia delle strutture suddette.

Le eventuali opere di puntellamento non dovranno mai creare nuove sollecitazioni nelle strutture interessate, particolarmente in quelle di edifici adiacenti e, contrariamente ai lavori di demolizione, dovranno essere eseguite procedendo dal basso verso l'alto.

L'efficacia dei rafforzamenti e puntellamenti dovrà comunque essere continuamente controllata mediante un adeguato numero di spie.

Le demolizioni, come accennato in precedenza, dovranno progredire tutte allo stesso livello, procedendo dall'alto verso il basso e ad ogni sospensione di lavoro dovranno essere rimosse tutte le parti pericolanti; in caso contrario si dovrà procedere allo sbarramento delle zone interessate da eventuali cadute di strutture, materiali od altro e apporre segnalazioni in numero congruo e ben visibili. Le demolizioni dovranno essere limitate alle parti ed alle dimensioni prescritte e dovranno essere eseguite con la massima diligenza e con ogni precauzione così da non danneggiare le opere ed i materiali da non demolire o rimuovere, o quei materiali che a giudizio del Direttore dei Lavori potessero ancora essere utilmente impiegati.

Qualora per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni venissero demolite parti non prescritte, o venissero oltrepassati i limiti fissati, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a ricostruire e rimettere in pristino le parti indebitamente demolite.

Ogni demolizione dovrà essere eseguita da posti di lavoro sicuri e pertanto sarà vietato appoggiare alle strutture in demolizione scale a pioli o meccaniche, far lavorare persone sui muri ecc., ma occorrerà predisporre idonei ponti di servizio o tavolati o simili, indipendenti dalle strutture da demolire.

E' parimenti vietato, di regola, eseguire le demolizioni con esplosivi, con il sistema dello scalzamento, con il rovesciamento sia per spinta che per trazione, con mazze oscillanti.

Potrà essere consentito, demolire con i predetti sistemi solo su espressa richiesta dell'Appaltatore ed autorizzazione della Provincia.

L'allontanamento dei materiali di risulta dovrà essere particolarmente curato affinché non si verifichino confusi accatastamenti, sovraccarichi e pressioni pericolose su strutture orizzontali e verticali.

I materiali di demolizione non dovranno essere accumulati sui solai, sulle scale, contro le pareti e sui ponti di servizio e dovranno essere sollecitamente allontanati con mezzi di ogni genere purché sicuri.

E' vietato, al proposito, gettare materiale dall'alto, a meno che non venga convogliato in appositi canali.

Dovrà essere limitato il sollevamento della polvere irrorando con acqua le murature od i materiali di risulta, ma la quantità d'acqua irrorata dovrà essere solo quella strettamente necessaria e, comunque, non dovrà compromettere la stabilità delle strutture.

#### b) Rimozioni

Nelle rimozioni (generalmente riferite a materiali o manufatti di cui è previsto o possibile il reimpiego) dovranno essere rispettate, per quanto applicabili, tutte le prescrizioni precedentemente dettate.

In tale caso inoltre particolare cura dovrà essere prestata al recupero dei materiali e quindi, da un lato, si dovranno usare accorgimenti tecnici e modalità operative adatte allo scopo e, dall'altro, si dovrà immediatamente procedere ad una accurata cernita scalcinatura, pulitura ed accatastamento dei materiali rimossi, curando che in ciascuna di queste fasi i materiali medesimi non abbiano a subire danni o manomissioni di qualunque genere, del chè l'Appaltatore sarà tenuto responsabile e chiamato ai necessari risarcimenti.

**ART. 11**  
**PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO STRADALE E DELLA**  
**FONDAZIONE STRADALE IN TRINCEA**

Prima di dare inizio ai lavori contemplati nel presente articolo, l'Impresa farà eseguire le seguenti verifiche sul terreno sottostante il piano di posa dei rilevati e su quello della fondazione stradale in trincea:

1. classifica secondo la tabella C.N.R. - U.N.I. 10006;
2. determinazione del rapporto fra la densità in sito e la densità massima AASHO mod. T/180 - 57 metodi A e D, di cui all'art. 51 paragrafo c);
3. determinazione dell'umidità percentuale;
4. rilievo dell'altezza massima delle acque sotterranee.

Nella formazione del piano di posa del rilevato si provvederà anzitutto al taglio delle piante ed all'estirpazione di ceppaie, radici, arbusti ecc. ed al loro trasporto fuori dell'area di cantiere; si eseguirà poi, su ordine della D.L., la rimozione del terreno vegetale sottostante l'intera area di appoggio per una profondità media di cm. 20.

Detta profondità potrà essere anche maggiorata, qualora la D.L. lo ritenga necessario e lo ordini.

Effettuate le operazioni precedentemente indicate, se la D.L. avrà deciso a suo giudizio di migliorare la capacità portante del terreno del piano di posa, ordinerà le operazioni necessarie, pagandole con i relativi prezzi di elenco.

L'Impresa procederà poi alla preparazione del piano di posa del rilevato o della fondazione stradale in trincea, mediante le operazioni qui di seguito descritte in funzione della natura dei terreni.

1) Quando il terreno appartiene ai gruppi A1 - A2 - A3 - A4 -

(classifica CNR – UNI 10006) e la densità in sito risulta inferiore alla densità massima determinata in laboratorio nella misura sotto indicata, si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo fino a raggiungere una densità secca almeno pari al 95% della densità massima AASHO modificata, per uno spessore di cm.30 (al di sotto dei 20 cm. di scoticamento) per altezza di rilevato fino a cm. 50 e almeno pari al 90% della predetta densità di riferimento per uno spessore di cm. 10 (determinata come sopra) per altezza di rilevato superiore a cm. 50.

Si precisa che come altezza di rilevato deve intendersi l'altezza del rilevato interposto fra il piano di posa della fondazione stradale ed il piano di posa del rilevato finito e compattato.

Se l'umidità del terreno è diversa da quella che dà il minimo rigonfiamento ed il minimo ritiro, si dovrà aerare ed inumidire il terreno per raggiungere il grado di umidità ottimo prima di eseguire il compattamento.

2) Quando il terreno appartiene ai gruppi A5 - A6 - A7 -

(classifica CNR – UNI 10006) si dovrà procedere, previo benestare della D.L., alla correzione del terreno stesso per una profondità al di sotto del piano di scoticamento di cm. 30 per altezza di rilevato fino a cm. 50 e di cm. 10 per altezza di rilevato superiore a cm. 50.

Tale operazione si esegue mediante erpicatura del terreno in sito, apporti di materiale correttivo nella quantità necessaria, incorporamenti con mezzi idonei e compattazione al grado di umidità ottima fino a raggiungere la densità massima AASHO modificata per altezza di rilevato fino a cm. 50, e almeno pari al 90% della predetta densità di riferimento per altezza di rilevato superiore a cm. 50.

I materiali correttivi da usare e le loro proporzioni dovranno avere la preventiva approvazione della D.L.

Comunque la D.L. si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati e dei cassonetti in trincea mediante la misurazione del modulo di compressione ME determinato con piastra da cm. 30 di diametro.

Il valore ME, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0, 5 e 1, 5 Kg/cm<sup>2</sup> non dovrà essere inferiore a 150 Kg/cm<sup>2</sup>.

In rapporto alla natura dei terreni di sottofondo nelle tratte in trincea, la D.L. stabilirà, ove ritenuto necessario, se debba essere predisposta una sottofondazione.

In tal caso la D.L. deciderà lo spessore da adottare.

La sottofondazione sarà costituita, salvo diverse indicazioni della D.L., da terre appartenenti ai gruppi A1 - A3, costipate al 95% della densità AASHO mod. e stese in modo che lo spessore finito di ogni singolo strato non superi i 30 cm.

In ogni caso l'Impresa è tenuta a garantire lo smaltimento delle acque degli scavi dinanzi detti.

Il terreno rimosso dovrà essere trasportato alle discariche dalla impresa la quale potrà trattenere ed accatastare ai lati del rilevato il terreno coltivato necessario a successive utilizzazioni (come rivestimento di scarpate ecc.) sempre che tale terreno risulti idoneo ed accettato dalla D.L.

Anche in questo caso l'Impresa dovrà avere la massima cura finché venga assicurato lo smaltimento delle acque.

Qualora gli elaborati del progetto prevedano che certi materiali risultanti dagli scavi siano da utilizzare in strutture non ancora pronte a riceverli, l'Impresa dovrà provvedere al loro temporaneo stoccaggio in cumuli regolari e compatti così da ridurre le possibilità di inquinamento, in aree convenute colla D.L.

I maggiori oneri conseguenti alla doppia operazione sono da ritenere compensati nei relativi prezzi di elenco.

Quando i rilevati da eseguire poggiano su declivi con pendenza superiore al 15% la formazione del rilevato verrà preceduta, oltre che dalla asportazione del terreno vegetale per una profondità di cm. 20, anche dalla gradonatura del pendio, con inclinazione inversa a quella del terreno e con gradoni di altezza non inferiore a cm. 50, la preparazione del piano di posa ed il compattamento a strati del rilevato saranno, anche in questo caso effettuati come sopra.

Eseguita la preparazione del piano di posa con le modalità sopra indicate, si procederà al riempimento dello scavo di scoticamento e della eventuale gradonatura con materiali idonei delle stesse caratteristiche richieste per materiali dei rilevati e con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

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

Nei terreni in sito, particolarmente sensibili all'azione delle acque occorrerà tenere conto dell'altezza della falda delle acque sotterranee e predisporre per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi da eseguirsi secondo le modalità che verranno di volta in volta stabilite e questi lavori verranno compensati con i relativi prezzi di elenco.

Per i terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la D.L. non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costruire un idoneo piano di posa per i rilevati la D.L. stessa ordinerà tutti quegli interventi che a giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno dall'Impresa eseguiti a misura e contabilizzati 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 dei gradoni di altezza non inferiore a cm. 30 previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate, portando il sovrappiù a discarica, a cura e spese dell'Impresa come pure il materiale di risulta dello scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

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

## **ART. 12 RILEVATI**

**a) – Forma e dimensioni** - 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 della sovrastruttura stradale.

**b) - Materiali idonei** - Per la costruzione dei rilevati si avrà la massima cura nella scelta dei materiali idonei, escludendo i terreni vegetali, con humus, radici, erbe, materie organiche.

Per i rilevati verranno anzitutto impiegati i terreni provenienti dagli scavi sulla cui idoneità giudicherà insindacabilmente la D.L. sulla base delle loro caratteristiche.

Per i rilevati da eseguirsi con terreni provenienti da cave, saranno impiegate soltanto terre appartenenti ai gruppi A1 - A<sub>2-4</sub> - A<sub>2-5</sub> - A3 secondo la classifica CNR – UNI 10006.

A suo esclusivo giudizio la D.L. potrà ammettere l'impiego di altri materiali, anche se non classificabili (come vulcanici, artificiali ecc.).

Tutte le prove, se non altrimenti specificate dovranno essere eseguite secondo le norme AASHO o C.N.R. - U.N.I.

Dovrà quindi essere effettuato, in un primo tempo, un esame accurato delle materie di previsto impiego, onde stabilirne il gruppo di appartenenza.

L'Impresa potrà aprire le cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente all'accennata idoneità delle materie da portare in rilevato ed al rispetto delle vigenti disposizioni di legge, nonché alla osservanza di eventuali disposizioni della D.L.

Le dette cave di prestito, da aprirsi a totale cura e spese dell'Impresa, dovranno essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, non si abbiano a verificare franamenti, ristagni di acqua o comunque condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

**c) - Formazione del rilevato con materiali terrosi** - La stesa del materiale verrà eseguita in strati di spessore proporzionato alla natura del materiale ed al mezzo costipante usato, in ogni caso di spessore non superiore a cm. 50 e con pendenza necessaria per permettere un rapido smaltimento delle acque piovane, non inferiore al 2% e mai superiore al 5%.

Sulla scorta delle prove di laboratorio, il contenuto di acqua del materiale impiegato per ogni strato dovrà essere mantenuto nei limiti ammessi dalla D.L., sia mediante inumidimento, sia mediante essiccamento all'aria con rimescolamento dello strato stesso. L'appaltatore non potrà poi procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva autorizzazione della D.L.

L'impiego dei mezzi costipanti dovrà conferire ai singoli strati di terra un valore della densità secca uguale o superiore al 90% della densità massima AASHO modificata; per le terre appartenenti al gruppo A1, si farà, in particolare, riferimento alle prove di cui al metodo D del presente paragrafo.

Ogni strato dovrà avere i requisiti di costipamento richiesti prima che venga messo in opera lo strato successivo.

Nella formazione dei rilevati si riserveranno agli strati superiori le terre migliori disponibili nel lotto (sia provenienti da scavi di obbligo, sia provenienti da cave di prestito).

Per l'ultimo strato di cm. 30, vicino alla fondazione stradale si dovrà ottenere sempre una densità secca uguale o superiore al 95% della densità massima AASHO modificata.

Quando a giudizio della D.L. tra detto ultimo strato e la fondazione stradale si renda necessario interporre una sottofondazione, la stessa D.L. avrà facoltà di ordinarla e di prescrivere lo spessore che si dovrà adottare.

Detta sottofondazione sarà costituita da terre appartenenti ai gruppi A1 - A3 costipate al 95% della densità massima AASHO mod. e sarà stesa in modo che lo spessore finito di ogni singolo strato non superi i 30 cm.

Nella formazione di tratti di rilevati rimasti sospesi per la presenza di cavi, canali o buche a ridosso delle murature dei manufatti o dei muri di sostegno, verrà impiegato lo stesso materiale del rilevato, posto in opera con particolare cura in strati successivi (cm. 30) e costipato perfettamente fino ad ottenere il 95% della densità massima AASHO modificata.

Nella costruzione del rilevato l'Impresa provvederà affinché le scarpate e le banchine poste all'esterno delle vie di sosta, siano rivestite di terra vegetale per uno spessore minimo di cm. 30, riservandosi la

D.L. la facoltà di stabilire ed ordinare, anche in corso d'opera, spessori diversi senza che l'Impresa possa, a questo titolo, accampare riserve.

Per la formazione della coltre di terra vegetale da stendere in eventuali aiuole di piazzali o spartitraffico per sedi distanziate si procederà secondo i grafici di progetto. Il terreno potrà provenire sia dallo scoticamento effettuato inizialmente per la preparazione del piano di appoggio del rilevato, che da altre zone, purché possieda caratteristiche tali da assicurare l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione.

A lavoro ultimato la sagoma e le livellette del rilevato dovranno risultare conformi ai disegni e alle quote stabilite nel progetto.

Il rivestimento delle scarpate, del ciglio delle banchine o di altre superfici con terra vegetale dello spessore succitato, dovrà essere eseguito procedendo a cordoli orizzontali da costiparsi con mezzi meccanici idonei, previa gradonatura di ancoraggio onde evitare possibili superfici di scaricamento in modo da assicurare una superficie regolare. Il rivestimento seguirà dappresso la costruzione del rilevato: qualora la costruzione avvenga assieme a quella del rilevato non è necessaria la predetta gradonatura.

Per i valori della densità dei terreni si assume come prova di riferimento la AASHO modificata 180 - 57.

#### METODO A

Prova di densità in fustella piccola (diametro 101, 6 mm.) per tutti i terreni che alla analisi granulometrica, non presentino elementi con dimensioni maggiori di 5 mm. da eseguirsi sul materiale passante al crivello 5 della serie U.N.I.

#### METODO D

Prova di densità in fustella grande (diametro 152, 4 mm.) per tutti i terreni che, alla analisi granulometrica presentino elementi con dimensioni maggiori di 5 mm. da eseguire sul materiale passante al crivello 25 della serie U.N.I.

Le modalità esecutive delle prove saranno quelle della prova AASHO modificata T/180 - 57.

Per il metodo A:

- martello del peso di Kg. 4, 53
- altezza di caduta 0, 547 m.
- numero degli strati costipati = 5
- numero dei colpi per ogni strato = 25
- energia di costipamento specifica = 0, 247 Kgm/cm.3

Per il metodo D:

- martello del peso di Kg. 4, 53
- altezza caduta 0, 547 m.
- numero degli strati costipati = 5
- numero dei colpi per ogni strato = 85
- energia di costipamento specifica = 0, 274 Kgm/cm.3

### **ART. 13**

#### **IMPIEGO DELLE TERRE APPARTENENTI ALLE CATEGORIE A2-6, A2-7, A4, A5, A6, A7, NELLA FORMAZIONE DEI RILEVATI**

L'impiego di terre appartenenti alle categorie A2-6, A2-7, A4, A5, A6 ed A7, sarà limitato esclusivamente per la fasciatura del rilevato stradale e per il rivestimento delle scarpate, salvo diverso avviso deciso insindacabilmente dalla D.L. la quale, si riserva di impartire in proposito le prescrizioni e le norme che riterrà opportune.

Per la costruzione del rilevato valgono, di massima, le norme indicate negli art. 50 e 51.

Saranno anzitutto effettuate le verifiche prescritte e le operazioni preliminari di cui all'art. 50.

Nell'intento di preservare il corpo del rilevato dalle risalite di acqua del terreno sottostante, la D.L. potrà ordinare l'impiego di quei materiali e le lavorazioni che riterrà necessari. Tali forniture e lavori verranno compensati a parte.

Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui dovranno essere costipati i rilevati formati con materiali dei gruppi in oggetto saranno approvati di volta in volta dalla D.L.

Verrà preventivamente determinata quella umidità di costipamento e quella densità che diano luogo ai minimi ritiri e rigonfiamenti del materiale.

In tal modo il materiale verrà così preparato a successive variazioni (+ o -) di umidità, avuto riguardo alla effettiva variazione idrologica cui di fatto va soggetto la zona.

Se l'umidità del materiale è inferiore a quella approvata dalla D.L., l'aggiunta di umidità dovrà essere effettuata in modo da ottenere una uniforme distribuzione in tutta la massa del materiale costituente lo strato in lavorazione; se è superiore, il materiale dovrà essere essiccato con aerazione.

Nella esecuzione dei rilevati, lo spessore degli strati sciolti non supererà i 30 cm. ed il materiale sarà convenientemente disgregato.

L'Impresa disporrà di mezzi compattanti del tipo e peso idonei al particolare tipo di terra.

Dovranno essere tenuti costantemente a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati, allo scopo di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro però, la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata.

L'opera di compattamento deve essere preceduta ed accompagnata dal servizio di motograder che curi in continuità la sagomatura della superficie; è infatti della massima importanza che questa, nel corso della formazione del rilevato, presenti sagoma spiovente lateralmente con falde di opportuna pendenza e che si evitino buche e solchi dove l'acqua possa ristagnare.

A tal scopo l'Impresa dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico sui rilevati, oltre a quelli dovuti alla pioggia, neve o gelo.

La formazione del rilevato sarà sospesa a livello della quota di posa della fondazione per riprendere poi con la costruzione delle banchine in modo da seguire le varie assise della sovrastruttura, evitando risalti che intralcino lo scarico delle acque sui fianchi.

La parte superiore del rilevato, eseguito con terre dei gruppi in oggetto, verrà sagomata, in ogni carreggiata, a spiovente verso l'esterno secondo le pendenze indicate negli elaborati grafici di progetto, od in mancanza con pendenza del 3%.

Il rivestimento con terra vegetale delle scarpate, dei cigli e di altre superfici esige cura scrupolosa; il rivestimento procederà a cordoli orizzontali da costiparsi con mezzi meccanici idonei, previa gradonatura di ancoraggio onde evitare possibili superfici di scorrimento, in modo da assicurare una superficie regolare.

Il rivestimento seguirà dappresso la costruzione del rilevato; qualora la costruzione avvenga insieme a quella del rilevato non è necessaria la gradonatura preventiva.

Sarà facoltà della D.L. di ordinare che la costruzione dei rilevati d'accesso alle opere d'arte preceda la costruzione delle opere stesse.

#### **ART. 14 MALTE**

Qualsiasi tipo di malta dovrà corrispondere alle proporzioni stabilite nel presente capitolato e la sua preparazione dovrà essere limitata - per ogni singolo tipo - alle quantità necessarie per l'immediato impiego, tenuto conto delle condizioni atmosferiche e della temperatura.

I residui di impasto che non avessero, per qualsiasi motivo, immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calci, che dovranno però essere utilizzati nella stessa giornata della loro preparazione.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, salvo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla D.L. o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni.

A) Malta di calce idraulica per murature:

- |                   |    |      |
|-------------------|----|------|
| - calce idraulica | ql | 3,50 |
| - sabbia          | mc | 1,00 |

B) Malta idraulica per intonaci interni

- |                   |    |      |
|-------------------|----|------|
| - calce idraulica | ql | 3,00 |
| - cemento R 325   | ql | 1,00 |
| - sabbia          | mc | 1,00 |

C) Malta di cemento per muratura

- |                 |    |      |
|-----------------|----|------|
| - cemento R 325 | ql | 4,00 |
| - sabbia        | mc | 1,00 |

D) Malta di cemento per intonaci:

- |                 |    |      |
|-----------------|----|------|
| - cemento R 325 | ql | 5,00 |
| - sabbia        | mc | 4,00 |

E) Malta di calce bianca per mano sottile:

- |                            |    |      |
|----------------------------|----|------|
| - calce in pasta           | mc | 0,80 |
| - sabbia lavata e vagliata | mc | 0,50 |

F) Malta di calce e cemento per intonaci esterni:

- |                   |    |      |
|-------------------|----|------|
| - calce idraulica | ql | 2,50 |
| - cemento R 325   | ql | 1,50 |
| - sabbia          | mc | 1,00 |

G) Malta di calce e cemento per sottofondo pavimenti:

- |                   |    |      |
|-------------------|----|------|
| - calce idraulica | ql | 1,50 |
| - cemento R 325   | ql | 2,00 |
| - sabbia          | mc | 1,00 |

H) Malta di cemento debole:

- |                         |    |      |
|-------------------------|----|------|
| - cemento a lenta presa | ql | 4,00 |
| - sabbia fine vagliata  | mc | 1,00 |

I) Malta di calce aerea spenta in pasta per murature:

- |                      |    |      |
|----------------------|----|------|
| - calce aerea spenta | ql | 5,50 |
| - sabbia vagliata    | mc | 0,85 |

J) Per intonaci:

- |                      |    |      |
|----------------------|----|------|
| - calce aerea spenta | ql | 6,50 |
| - sabbia vagliata    | mc | 0,75 |

K) Malte espansive (antiritiro):

saranno ottenute con impasto di cemento classe 325, sabbia ed un particolare additivo costituito da un aggregato metallico catalizzato agente come riduttore dell'acqua di impasto.

La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e bene unita.

La sabbia dovrà avere granulometria corrispondente alla curva di massima compattezza e le proporzioni dei componenti saranno di 1:1:1 in massa.

La resistenza a compressione della malta, a 28 giorni di stagionatura, non dovrà essere inferiore a 600 Kg/cmq.

Se non confezionate in cantiere le malte in argomento potranno essere fornite come prodotto industriale, in confezioni sigillate di marca qualificata.

In relazione a particolari usi la D.L. potrà poi, di volta in volta, ordinare composizioni di impasto diverse da quelle sopraindicate nonché la verifica delle malte allo staccio.

### **ART. 15 TIRANTI DI ANCORAGGIO**

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione.

Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata).

In tali elementi la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

- tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

#### NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative.

- D.M. 17 gennaio 2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione 1993.
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN che saranno richiamate ove pertinenti.

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E STRUTTURALI DEI TIRANTI DI ANCORAGGIO

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

#### Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:

- a) Testata

E' il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sulla opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, ed il condotto di iniezione.

b) Armatura

E' l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio.

c) Tratto libero

E' la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.

d) Fondazione (Bulbo di ancoraggio)

E' il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.

e) Canna di iniezione

E' costituito da un tubo generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio fra il tratto libero e la fondazione è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale.

Nei tiranti definitivi sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

#### Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura, mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo.

Il numero minimo per le varie tipologie di tiranti di prova potrà essere riferito alle indicazioni fornite in tal senso dalle raccomandazioni A.I.C.A.P..

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova, nonché la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni A.I.C.A.P. su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1993).

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5 % del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

#### Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti  $< 3$  °F;
- il valore del pH dell'acqua risulti  $< 6$ ;
- il contenuto in CO<sub>2</sub>, disciolta nell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in NH<sub>4</sub>, dell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti  $> 300$  mg/l;
- il contenuto in ioni SO<sub>4</sub> dell'acqua risulti  $> 600$  mg/l oppure  $> 6000$  mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza  $< 300$  m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'impresa dovrà certificarne l'idoneità.

#### Materiali ed elementi costruttivi

##### 1) Acciai e dispositivo di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, alla relativa Circolare esplicativa del 2 febbraio 2009, n. 617 ed eventuali loro successivi aggiornamenti.

##### 2) Armature metalliche

- Trefoli tipo c.a.p.

Si utilizzeranno trefoli di diametro 6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

- Componenti	: 7 fili di diametro 5 mm
- diametro nominale	: 15.20 mm
- sezione nominale	: 139 mm <sup>2</sup>
- tensione effettiva all'1% di allungamento	: 225 kN
- tensione di rottura effettiva	: 250 kN
- modulo elastico	: E=200 ÷ 205 KN/mm <sup>2</sup>
- limite elastico convenzionale allo 0.1%	: $f_{p(1)k}$ 1600N/mm <sup>2</sup>
- tensione di rottura	: $f_{ptk} \geq 1800$ N/mm <sup>2</sup>
- allungamento a rottura su 610 mm	: 5.2 ÷ 5.1%
- peso	: 1.10 Kg/m

Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:

- in esercizio	: $\sigma_a \leq 0.6 f_{ptk}$
- in fase provvisoria	: $\sigma_{ai} \leq 0.85 f_{p(1)k}$

a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:

- in esercizio	: $T \leq 150$ kN
- in fase transitoria (*)	: $T \leq 180$ kN

### 3) Barre in acciai speciali

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nella Sez. VI.

E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua, tipo Dywidag o simili. Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, e verificate a norma dei regolamenti già richiamati.

### Apparecchi di testata

#### 1) Dispositivi di bloccaggio

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento alle NTC di cui al DM 14/01/2008 e relativa circolare esplicativa.

#### 2) Piastre di ripartizione

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

#### 3) Miscele di iniezione

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per 1 m<sup>3</sup> di prodotto:

- Acqua : 600 kg;
- Cemento : 1200 kg;
- Additivi : 10÷20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

### Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a intervalli di 2,0-2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;

- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

### Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di  $\pm 2^\circ$ ;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

### Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Impresa dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.

Quando sia previsto da progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.

In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$ ;
- pressione  $\geq 8 \text{ bar}$ .

### Allestimento del tirante

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1<sup>a</sup> fase), se necessaria;
- introduzione del tirante;
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
- esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- prove di carico di collaudo;
- tensionamento del tirante;
- iniezione della parte libera;
- protezione della testata.

Se presente l'iniezione di 1<sup>a</sup> fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorché:

- la perforazione sia interamente rivestita;
- il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
- il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;
- i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
- il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati ( $i \leq 25^\circ$ ), sia presente.

#### a) Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

##### - Cementazione di 1<sup>a</sup> fase

Se necessaria sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.

Completata l'iniezione di 1<sup>a</sup> fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

##### - Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12÷24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. La pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I valori di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12÷24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

- Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione :  $\approx 100$  bar
- portata max :  $\approx 2$  m<sup>3</sup>/ora
- n. max pistonate/minuto :  $\approx 60$ .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

### Elementi di protezione

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- classe 1 per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
- classe 2 per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.

Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive  $> 5$  mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Gli spazi residui tra armatura e guaina dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

### Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

La trazione di collaudo ( $N_c$ ) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio ( $N_{es}$ ).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento  $N_o=0,10 N_{es}$  e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la Direzione Lavori, sentito il Progettista.

In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Impresa.

Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio ( $N_{es}$ ).

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

#### Protezioni anticorrosive in opera

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni.

Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

### **ART. 16 OPERE IN CALCESTRUZZO NORMALE, SEMPLICE OD ARMATO**

Tutte le opere in conglomerato cementizio, semplice od armato, comprese nei lavori in appalto dovranno rispondere alle disposizioni ed alle norme vigenti in materia, tra le quali espressamente e integralmente si richiamano quelle contenute nella Legge 05/11/1971 n. 1086 e nel D.M. 17/01/2018, nonché - ove applicabili - quelle di cui alla Legge 64/1974 relativa alle costruzioni in zona sismica.

#### VERIFICHE E PROGETTAZIONE

Il progetto esecutivo delle opere strutturali viene fornito dalla stazione appaltante completo di ogni elaborato grafico, descrittivo e di calcolo, e la presentazione dell'offerta da parte della Impresa appaltatrice viene - come già detto - formalmente intesa quale accettazione piena e completa del progetto medesimo.

Ai fini delle verifiche che l'Impresa dovrà compiere per poter rilasciare la suddetta accettazione ma anche - e soprattutto - per la effettuazione di eventuali progettazioni di dettagli e particolari costruttivi e per le eventuali modifiche strutturali che la Impresa intenda proporre, ovvero si rendano necessarie a seguito dell'emergere di circostanze impreviste ed imprevedibili, si precisa e prescrive quanto segue.

Tutte le verifiche e le proposte di modifica delle opere in conglomerato cementizio normale, semplice od armato, dovranno essere eseguite sulla base di calcoli di stabilità redatti e firmati da un ingegnere

specialista incaricato dall'Appaltatore e che l'Appaltatore stesso dovrà presentare alla Direzione Lavori in tempi tali da non pregiudicare il regolare e rapido svolgimento dell'appalto, il quale dovrà comunque essere portato a compimento entro i termini contrattuali. Di conseguenza rimane stabilito che - indipendentemente dal loro sviluppo ed estensione - le calcolazioni di verifica, integrative o di modifica non potranno costituire ragione né per proroghe ai tempi contrattuali, né per richieste di maggiori compensi od indennità di qualsivoglia natura.

I suddetti calcoli di stabilità dovranno essere redatti attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto, ovvero alle disposizioni che, a richiesta dell'Appaltatore verranno direttamente impartite dalla D.L.

Più in particolare nello studio e nella progettazione (e così pure nella successiva esecuzione e collaudo) delle fondazioni saranno rispettate le disposizioni del D.M. 17/01/2018 e si assumerà quale carico unitario massimo sul terreno quello risultante dalle indagini e relazione geologica messa a disposizione dalla stazione appaltante. Qualora poi l'Appaltatore ritenesse di far effettuare nuove indagini sui terreni queste rimarranno a suo totale carico e dovranno essere svolte da professionista qualificato ed abilitato secondo un programma di prove che dovrà essere concordato con la Direzione Lavori.

Il calcolo delle strutture in elevazione dovrà essere condotto come prescritto dal già citato D.M. 17/01/2018 e dalla vigente normativa in materia sismica, secondo i metodi rigorosi della scienza delle costruzioni (con esclusioni quindi di procedimenti empirici e di metodi approssimati) e facendo riferimento a procedimenti, formule, tabelle e diagrammi di uso corrente.

Il dimensionamento delle strutture risultante dai disegni di progetto potrà essere modificato, ma esso dovrà comunque essere rispettato quando le strutture medesime, oltre ad una funzione statica, rivestano anche il carattere di elementi architettonici e così pure dovranno essere rispettate le dimensioni esterne complessive dei corpi di fabbrica, le dimensioni interne dei locali e lo sviluppo altimetrico.

Il progetto delle strutture costituente proposta di modifica od il progetto delle strutture integrative, da presentarsi in triplice copia timbrata e firmata da professionista abilitato, dovrà comporsi:

- 1) di una relazione di calcolo che comprenderà:
  - a) l'esposizione dei criteri generali adottati nei calcoli di tutte le strutture;
  - b) la motivazione del sistema (o dei sistemi) di fondazione prescelto;
  - c) l'analisi dei carichi;
  - d) le prescrizioni sulle classi dei conglomerati e sul tipo delle armature metalliche;
  - e) il dimensionamento delle strutture e le relative verifiche di resistenza: si precisa che, ove lo si ritenga opportuno, in tale relazione potranno anche essere compresi i calcoli e le verifiche relativi agli elementi strutturali in muratura ed acciaio di cui ai precedenti e seguenti articoli;
  - f) la dimostrazione della compatibilità delle strutture modificate od introdotte con il sistema statico complessivo di progetto e la illustrazione degli eventuali accorgimenti costruttivi da adottare per assicurare tale compatibilità.
- 2) dei disegni e dai grafici delle strutture compilati in forma chiara ed immediatamente controllabile e tali da definire completamente ogni opera, sia nella forma che nell'armatura, in modo che nessuna parte possa essere soggetta a processi interpretativi nel corso dell'esecuzione.

I sovraccarichi accidentali da applicarsi per la determinazione delle sezioni resistenti, le loro modalità di azione, saranno ricavati - salvo diversa, espressa indicazione del Direttore dei Lavori - dal D.M. 17/01/2018 e successive istruzioni ministeriali.

L'impresa non potrà porre mano all'esecuzione delle singole opere senza avere prima espressamente ottenuto dalla D.L. l'approvazione del tipo costruttivo e dei dimensionamenti e delle calcolazioni effettuate.

L'esame, la verifica e l'approvazione da parte della Direzione Lavori dei progetti e delle varie strutture in c.a. non esonererà tuttavia in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità a lui derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando infatti contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla D.L. nell'esclusivo interesse della Provincia, l'Appaltatore rimane unico e completo responsabile delle opere sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e

calcolo, che per le modalità della loro esecuzione, per la qualità dei materiali impiegati e, in definitiva, per la loro buona riuscita.

Di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualsiasi natura ed importanza essi siano ed a qualsiasi conseguenza essi possano dare luogo. Tale responsabilità per altro non cessa per effetto di revisioni e di eventuali modifiche suggerite dalla D.L. ed accettate dall'Appaltatore.

## **ART. 17 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);
- del D.M. 17 gennaio 2018 " Norme Tecniche per le Costruzioni" e relativa circolare esplicativa.

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 provvisorie (centine, armature di sostegno ed 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.

I tipi di conglomerato cementizio ed i loro campi di impiego, in via generale, sono definiti dal Progettista tenendo conto delle indicazioni riportate sul D.M. 17 gennaio 2018 e dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI

#### Cemento

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi secondo quanto definito nel D.M. 17/01/18.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi 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 D.L. un impegno, assunto dalle cementerie prescelte che operino con sistemi di qualità certificati, a fornire cemento per il quantitativo richiesto.

Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la D.L. possa dare il benessere 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 alle Norme UNI EN 12620 e UNI 8520.

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 D.L., dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) 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 D.L. 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.

Le prove da effettuarsi per la qualifica degli aggregati e le relative frequenze di prova sono quelle definite nella norma UNI EN 12620.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI EN 933-3 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, le cui pezzature saranno denominate secondo quanto previsto nella UNI EN 12620.

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 UNI EN 1008.

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

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

#### Additivi e disarmanti

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale/autorizzato 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 disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norme UNI di riferimento 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 05/11/1971 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. 17/01/18).

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

Tale studio 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;
- diametro massimo dell'aggregato;
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- modulo elastico secante a compressione, ove previsto dal progettista;
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco;
- ritiro idraulico, se necessario in funzione della classe di esposizione della miscela;
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo, se necessario in funzione della classe di esposizione della miscela;
- impermeabilità, se necessario in funzione della classe di esposizione della miscela.

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. l'impianto di betonaggio dovrà essere dotato di certificazione FPC secondo quanto previsto nel DM 14/01/08;
- 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.

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, soddisfi i criteri di accettazione contenuti nel D.M. 17 GENNAIO 2018..

Il numero di campioni e le metodologie di prova saranno quelle stabilite dal D.M. 17 GENNAIO 2018., ferma restando la facoltà della D.L. di disporre eventuali prove aggiuntive che ritenesse necessarie.

L'esame e la verifica, da parte della D.L. 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 D.L., l'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 EN 206-1, 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 EN 206-1.

#### 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.

**In ogni caso, in occasione di ogni getto, l'Impresa è tenuta a consegnare alla DL, entro e non oltre tre giorni lavorativi dalla data dell'esecuzione, copia di tutti i documenti di trasporto del calcestruzzo utilizzato per quel getto, su cui dovranno essere annotati, oltre alla data della consegna, alla quantità ed agli altri dati obbligatori:**

1. la classe di resistenza;
2. la classe di esposizione;
3. la classe di consistenza;
4. il diametro massimo dell'inerte;
5. l'eventuale classe di massa;
6. l'esatta indicazione della parte di opera in cui il conglomerato è stato impiegato, anche a mezzo di opportuni schemi grafici.

**Alla DL è riservata la facoltà di non ammettere in contabilità i conglomerati cementizi per i quali non sia stata consegnata la suddetta documentazione o per i quali la stessa risulti incompleta.**

#### 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 dei casseri, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

#### 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 nel D.M. 17 GENNAIO 2018..

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (Rck) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la D.L. 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/autorizzati.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali/autorizzati risultasse un valore della Rck 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 Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

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

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

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

Nel caso in cui la D.L. richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo, da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire secondo le indicazioni riportate nel D.M. 17 GENNAIO 2018 .

#### 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 EN 12350, 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 sia dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI EN 1097-6 , condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto non dovrà discostarsi di  $\pm 0.02$  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  $\pm 0.02$  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 EN 12350-7. Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste nella Norma UNI EN 206-1.

#### CONTROLLO DEL CONTENUTO DI CEMENTO

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI EN 12350-6.

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 totali e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni tre 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 3% ed il relativo dispositivo dovrà essere tarato 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 garantire un impasto omogeneo.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

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 una volta 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 D.L., 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 e la posa in opera del conglomerato cementizio dovranno essere sospese nel caso in cui la temperatura al getto sia compresa tra  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $+5^{\circ}\text{C}$ , a meno che sia garantita una temperatura dell'impasto appena miscelato non inferiore a  $+8^{\circ}\text{C}$ .

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di  $-10^{\circ}\text{C}$ .

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;
- il report di carico.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla D.L..

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 in precedenza.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, 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 EN 206-1, 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, a meno che si attesti il mantenimento della lavorabilità durante la fase di qualifica delle miscele con effettuazione di prove tecnologiche atte a costruire la curva consistenza/tempo.

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.

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 ai 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 vibrato 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 dei 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 EN 12350 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 maggiori 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 in precedenza nella presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a +8 °C e che non siano congelate o innevate 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 -10°C.

#### Posa in opera in climi caldi

La temperatura dell'impasto non dovrà superare i 29 °C.

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 D.L..

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 EN 206.

### 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 48 ore, 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.

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 oppure in alternativa è consentita la bagnatura costante dell'estradosso della superficie gettata.

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 con lunghezza da 20 a 35 mm e diametro di alcuni millesimi di millimetro, che vengono aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio in misura di 0,5-1,5 kg/m<sup>3</sup>.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, la Direzione Lavori valuterà caso per caso gli opportuni interventi da intraprendere, sentito il parere del progettista, a cura dell'Impresa per rimuovere l'anomalia riscontrata.

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

In casi particolari la D.L. 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.

### SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

L'applicazione di sistemi filmogeni è la tecnica che si utilizza per proteggere l'elemento strutturale dall'aggressione di agenti aggressivi esterni quando attraverso le indagini si è accertata una delle seguenti situazioni:

- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, ancorché le indagini abbiano rivelato la presenza di uno spessore di calcestruzzo carbonatato, purché inferiore al copriferro;
- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, anche se le indagini hanno rilevato che sono iniziati fenomeni di corrosione nelle armature.

L'applicazione di sistemi protettivi filmogeni viene utilizzata anche quando si realizzano interventi di ripristino localizzati, sia per equilibrare i potenziali elettrochimici delle armature, che per migliorare l'aspetto estetico. Si deve infatti evitare che parti di armatura avvolte da conglomerato di qualità diversa da punto a punto, vengano nuovamente a trovarsi in condizioni tali da generare nuove pile e reinnescare il processo di corrosione.

L'applicazione di sistemi protettivi ha scopo di impedire o ritardare l'insorgere dei fenomeni che possono portare alla fessurazione, allo sgretolamento, al dilavamento, al rigonfiamento, alla delaminazione od al distacco di parti di calcestruzzo.

Il sistema protettivo deve essere capace di costituire uno schermo verso l'ambiente, impedendo da un lato la penetrazione degli aggressivi e dall'altro quella di acqua ed ossigeno, che contribuiscono alle reazioni alla base del degrado delle strutture.

La scelta dei sistemi protettivi filmogeni deve essere effettuata in funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere ed anche in funzione del grado di aggressione cui è sottoposto l'elemento stesso; in particolar modo si possono utilizzare sistemi protettivi di seguito elencati:

#### ▪ Di tipo PP

Sistema protettivo elastico a base poliuretanica (ciclo alifatico) applicabile a rullo o con airless su qualsiasi tipo di elemento strutturale dove sia richiesto un elevatissimo grado di protezione. Costituito da un primer epossipoliamidico con spessore di 50 µm e da una finitura a base di

elastomeri poliuretanic alifatici applicata in due differenti spessori in funzione del grado di protezione desiderata:

Con 200 µm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO<sub>2</sub>, acqua liquida, cloruri;
- la resistenza ai raggi UV ed ai cicli di gelo-disgelo, anche in presenza di sali disgelanti;

Con 300 µm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO<sub>2</sub>, acqua liquida, cloruri;
- la resistenza ai raggi UV ed ai cicli di gelo-disgelo, anche in presenza di sali disgelanti;
- una Crack bridging ability relativa a cavillature già presenti sul supporto di apertura < 300 µm.

#### ▪ Di tipo PA

Sistema protettivo elastico a base acrilica in acqua, applicabile a rullo o con airless su qualsiasi tipo di elemento strutturale dove sia richiesto un elevato grado di protezione, ma non indicato per elementi strutturali a contatto permanente con acqua; è particolarmente utilizzato per la protezione di superfici in ambiente chiuso, in quanto non contiene solventi, mentre è sconsigliata l'applicazione in periodo invernale poiché le basse temperature ne rallentano l'indurimento. Costituito da un primer acrilico in acqua con spessore di 50 µm e da una finitura acrilica in acqua applicata in due differenti spessori in funzione del grado di protezione desiderata:

Con 200 µm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO<sub>2</sub>, acqua liquida, cloruri;
- la resistenza ai raggi UV ed ai cicli di gelo-disgelo anche in presenza di sali disgelanti;

Con 300 µm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO<sub>2</sub>, acqua liquida, cloruri;
- la resistenza ai raggi UV ed ai cicli di gelo-disgelo anche in presenza di sali disgelanti;
- una Crack bridging ability relativa a cavillature già presenti sul supporto di apertura < 300µm.

#### ▪ Di tipo PM

Protettivo rigido monocomponente a base di metacrilati applicabile a rullo o con airless utilizzabile ove sia richiesto un buon grado di protezione senza alcuna performance di Crack bridging ability. Costituito da un primer a base di metacrilati con spessore di 50 µm e finitura a base di metacrilati applicata in spessore di 100 µm.

#### ▪ Di tipo PE

Sistema protettivo rigido epossipoliammidico applicabile a rullo o con airless.

Costituito da primer epossipoliammidico con spessore di 50 µm e finitura epossipoliammidica, può essere applicato in funzione del grado di protezione richiesto:

- protezione media per canali, tombini ed opere in alveo (pile, fondazioni, muri di sponda, briglie ecc.) su corsi d'acqua caratterizzati da pendenza < 5% e con trasporto solido di diametro < 10 mm è richiesto uno spessore della finitura pari a 400 µm;
- protezione elevata per canali, tombini ed opere in alveo (pile, fondazioni, muri di sponda, briglie ecc.) su corsi d'acqua caratterizzati da pendenza > 5% e con trasporto solido di diametro > 10 mm è richiesto uno spessore della finitura pari a 600 µm.

#### 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 la massima all'interno del conglomerato cementizio e quella 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 EN 12390-2.

#### 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 14/01/08.

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 D.L. 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 in debito conto 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, polioisopropilene, polioisocloropropilene), 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 ed isolatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, barriere di sicurezza, 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 e le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi od impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

#### CALCESTRUZZI REOPLASTICI

Saranno definiti come tali calcestruzzi cementizi dotati di particolari proprietà ottenute mediante l'impiego di speciali prodotti additivi. Tali proprietà, riferite all'impasto fresco, si identificheranno nella possibilità di ottenere - pur con un basso rapporto di acqua/cemento ( $a/c < 0,50$ ) - un calcestruzzo fluido, scorrevole ed autolivellante ( $slump > 20$  cm.) ed al tempo stesso plastico, coesivo, non segregabile, privo di "bleeding".

L'azione lubrificante dei prodotti additivi dovrà essere limitata al tempo necessario per la posa in opera degli impasti, superato il quale tali prodotti (polimeri di sintesi) dovranno venire insolubilizzati ed il processo di idratazione del cemento dovrà proseguire senza alcuna alterazione.

Si precisa infine che tutte le suddette proprietà dovranno venire dimostrate dall'Appaltatore con prove preliminari e certificazione di laboratorio.

#### CALCESTRUZZI CEMENTIZI CON INERTI LEGGERI

Sia nei tipi normali che strutturali potranno essere realizzati con pomice granulare, con vermiculite espansa, con argilla espansa o con altri materiali idonei, eventualmente prescritti, aventi le caratteristiche di accettazione indicate nel presente Capitolato.

I calcestruzzi saranno dosati con un quantitativo di cemento per metro cubo di inerte non inferiore a 150 Kg., l'inerte sarà di unica granulometria (calcestruzzo unigranulare) laddove non risulterà opportuno effettuare la miscelazione di varie granulometrie al fine di evitare cali nei getti; sarà invece di granulometria mista laddove saranno richieste determinate caratteristiche di massa, di resistenza cubica e di conducibilità termica. In ogni caso la massima dimensione dei granuli non dovrà essere superiore ad 1/3 dello spessore dello strato da realizzare.

Per la confezione dovrà adoperarsi una betoniera a rotolamento, miscelando l'inerte con il cemento ed aggiungendo quindi l'acqua in quantità sufficiente per ottenere un impasto dall'aspetto brillante ma non dilavato.

All'impasto dovranno essere aggiunti degli additivi tensioattivi aeranti, in opportune proporzioni in rapporto alla granulometria dell'inerte, e ciò al fine di facilitare la posa in opera del conglomerato specie se confezionato con l'assortimento granulometrico più alto.

#### CALCESTRUZZO CELLULARE LEGGERO

Il calcestruzzo cellulare (cellular concrete system) sarà ottenuto inglobando, in una massa di malta cementizia, una grande quantità di bollicine di aria, di piccolissime dimensioni uniformemente distribuite nella stessa. L'effetto sarà realizzato aggiungendo alla malta, preparata in betoniera, uno

speciale schiumogeno prodotto al momento dell'impiego con speciali aeratori, oppure ricorrendo a speciali apparecchiature automatiche di preparazione e distribuzione.

Il rapporto tra i componenti, sabbia, cemento, acqua e schiumogeno sarà prescritto in elenco o stabilito dalla D.L. in funzione delle caratteristiche richieste. In linea di massima comunque verranno adottate densità di 1200÷1400 Kg/mc per manufatti di grandi dimensioni e per i quali si richiederà una grande resistenza strutturale unitamente ad un buon isolamento termo-acustico; densità di 700÷1000 Kg/mc per pannellature di piccole e medie dimensioni ed infine densità di 300÷600 Kg/mc, ottenute anche con l'impiego di solo cemento, con funzione termo-acustica per massetti di terrazze, sottofondi di pavimenti e riempimento di intercapedini.

Il raggiungimento dei requisiti richiesti verrà dimostrato dall'Appaltatore mediante prove preliminari nonché in fase esecutiva, mediante appositi prelievi da sottoporre ad accertamenti di laboratorio.

### **ART. 18 ACCIAIO PER CA, CAP**

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 05/11/1971 n° 1086 ed al D.M. 17 GENNAIO 2018..

Per gli opportuni controlli da parte della D.L., 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 D.L. di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate dalla certificazione di cui al D.M. 17 GENNAIO 2018., riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel Decreto citato.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 17 GENNAIO 2018..

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

L'unità di collaudo per acciai in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso massimo di 30 t.

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/autorizzati ai sensi della L. 1086/71.

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 D.L., 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 D.L. di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

**DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO DI OGNI FORNITURA DI ACCIAIO IN CANTIERE**  
**(per tutti i tipi di acciaio)**

Per tutti i tipi di acciaio per c.a. e c.a.p. forniti in cantiere, all'atto di ogni singola fornitura, l'Impresa dovrà consegnare alla DL, prima di iniziare la posa in opera, i seguenti documenti:

- A) Documento di trasporto del materiale fornito con indicato il peso della fornitura;
- B) Distinta dei ferri oggetto della fornitura, od ai quali il materiale è destinato, qualora lo stesso venga lavorato in cantiere, con indicato, per ogni tipo di ferro, lo schema geometrico, la tavola di progetto e la posizione di riferimento, il numero di esemplari, il diametro, la lunghezza ed il peso;
- C) Documenti rilasciati dal produttore (acciaieria):
- C1) Acciai per cui esistono e sono cogenti norme europee armonizzate di prodotto (Marchio CE): (\*)**
- Certificato di conformità CE o Dichiarazione di Conformità CE del prodotto;
  - Certificato di collaudo svolto dal produttore in stabilimento per il singolo lotto di spedizione (destinatario lotto, qualità acciaio, diametro tondi o tipo profilo, quantità del lotto);
  - Estremi del documento di trasporto del produttore con la data di spedizione, il riferimento ai tipi di profilati od ai diametri armature, alle quantità, alla qualità di acciaio, alle colate, al destinatario;
  - I prodotti devono avere il marchio CE (\*\*).
- C2) Acciai per cui non esistono o non sono cogenti norme europee armonizzate di prodotto:**
- Copia dell'Attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale al produttore (validità 5 anni, salvo rinnovo), riportante almeno un timbro in originale con la data di spedizione ed il destinatario;
  - Certificato di collaudo svolto dal produttore in stabilimento per il singolo lotto di spedizione (destinatario lotto, qualità acciaio, diametro tondi o tipo profilo, quantità del lotto);
  - Estremi del documento di trasporto del produttore con la data di spedizione, il riferimento ai tipi di profilati od ai diametri armature, alle quantità, alla qualità di acciaio, alle colate, al destinatario.
- (\*) A tutto il mese di agosto 2016, vale in sostanza per gli acciai da carpenteria, per i quali sono disponibili e cogenti le seguenti norme europee armonizzate che, ai sensi del regolamento UE 305/2011, essendo scaduto il relativo termine di coesistenza con le precedenti norme, risultano cogenti e rendono obbligatoria la marcatura CE del prodotto:
- Laminati a caldo (profilati IPE, HE, ecc.): EN 10025-1:2004, cogente dal 01/09/2006;
  - Profilati cavi finiti a caldo: EN 10210-1:2006, cogente dal 01/02/2008;
  - Profilati cavi formati a freddo: EN 10219-1:2006, cogente dal 01/02/2008.
- (\*\*) La marcatura CE è apposta in modo visibile, leggibile e indelebile sul prodotto da costruzione o su un'etichetta ad esso applicata. Se ciò fosse impossibile o ingiustificato a causa della natura del prodotto, essa è apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento. (Art. 9 Regolamento UE 305/2011). Di solito per gli acciai da carpenteria il marchio CE è apposto sul Certificato di Collaudo in stabilimento svolto dal produttore sul singolo lotto di spedizione, che è allegato al d.d.t.
- D) Documenti che deve rilasciare il commerciante intermedio (che non svolge alcuna lavorazione sul prodotto):
- Copia dei documenti di cui al punto A) rilasciati dal produttore, completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante;
  - Documento di trasporto del commerciante con la data di spedizione, il riferimento ai tipi di profilati od ai diametri armature, alle quantità, alla qualità di acciaio. (\*\*\*)
- (\*\*\*) Solo nel caso in cui il commerciante intermedio rifornisca direttamente il cantiere.

**E) Fornitura di elementi da centro di trasformazione (che ha eseguito lavorazioni sul prodotto proveniente dal produttore)**

- **Copia dei documenti di cui al punto A) rilasciati dal produttore, completati con il riferimento al documento di trasporto del centro di trasformazione;**
- **Documento di trasporto del centro di trasformazione con sopra indicato:**
  1. **il riferimento all'Attestato di Qualificazione del produttore (per prodotti non marcati CE);**
  2. **estremi dell'Attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale al centro di trasformazione, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;**
  3. **attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal centro, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;**
  4. **Riferimento alla distinta di cui alla precedente lettera B).**

**Alla DL è riservata la facoltà di non ammettere in contabilità il materiale per il quale non sia stata consegnata la suddetta documentazione o per i quali la stessa risulti incompleta.**

**ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA - B450A , B450C - 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. 17 GENNAIO 2018..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 D.M. 17 GENNAIO 2018., 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 secondo le indicazioni del D.M. 17 GENNAIO 2018..

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate nella 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 ELETTROSALDATE**

Le reti saranno in barre del tipo B450C, 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 D.M. 17 GENNAIO 2018..

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiama quanto previsto nel D.M. 17 GENNAIO 2018..

**ZINCATURA A CALDO DEGLI ACCIAI**

Quando previsto in progetto gli acciai in barre e le reti in barre di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

#### Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03-0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%. Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI EN 10080 per gli acciai di qualità FeB400S e FeB500S.

#### Zincatura a caldo per immersione

- **Tattamento preliminare**  
Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400-430° K.
- **Immersione in bagno di zinco**  
Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.  
Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723° K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730° K.  
Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m<sup>2</sup> di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 µm ± 10%.  
Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.
- **Finitura ed aderenza del rivestimento**  
Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.  
Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.  
Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

#### Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso massimo di 30 t.

Oltre alle prove previste dai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del precedente punto.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese. Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI EN 1460:1997.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m<sup>2</sup> +10% la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a 610 g/m<sup>2</sup> -10% la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece).

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;

- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

#### Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al D.M. 17 GENNAIO 2018 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

#### Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80-100 micron.

#### ACCIAIO PER C.A.P.

##### Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. 17 GENNAIO 2018..

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

E' facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere gli acciai controllati in stabilimento.

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

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

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti 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. 17 GENNAIO 2018..

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.

#### Cavo inguainato monotrefolo

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto nei precedenti punti ed a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

#### Ancoraggi della armatura di precompressione

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio. Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

### **ART. 19 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE - CANTONALI - PEZZI SPECIALI - PARAPETTI - ECC.**

Per la esecuzione di opere di completamento delle strutture stradali e delle opere d'arte, come parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala e di recinzione, soglie, cordonate, cantonali ecc., verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato con apposito vibratore, un conglomerato dosato a Kg. 300 di cemento tipo 325 per ogni mc. di C.L.S. in opera, od eventualmente a resistenza caratteristica secondo le indicazioni progettuali.

Fermo restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opere in C.A., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm. 30.

La costruzione delle armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla D.L. o riportate nel disegno del progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola d'arte a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla D.L.

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

Per tali opere provvisorie, l'Impresa può adottare il sistema che ritiene più idoneo o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza compreso il disarmo e la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

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

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme di legge e in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature l'Impresa è tenuta a prendere gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venire fatto simultaneamente.

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

## **ART. 21 STRUTTURE ED OPERE METALLICHE**

### **1. NORME DI RIFERIMENTO**

Le prescrizioni del presente articolo si riferiscono alla fornitura e posa in opera delle costruzioni metalliche per manufatti in acciaio. Essi dovranno essere rispondenti:

- alla 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);
- al D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e relativa Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7.

### **2. DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO**

#### **A) Documenti rilasciati dal produttore (acciaieria)**

##### **A1) *Acciaio per cui esistono e sono cogenti norme europee armonizzate di prodotto (Marchio CE): (\*)***

- Certificato di conformità CE o Dichiarazione di Conformità CE del prodotto;
- Certificato di collaudo svolto dal produttore in stabilimento per il singolo lotto di spedizione (destinatario lotto, qualità acciaio, diametro tondi o tipo profilo, quantità del lotto);
- Estremi del documento di trasporto del produttore con la data di spedizione, il riferimento ai tipi di profilati od ai diametri armature, alle quantità, alla qualità di acciaio, alle colate, al destinatario;
- I prodotti devono avere il marchio CE (\*\*).

##### **A2) *Acciaio per cui non esistono o non sono cogenti norme europee armonizzate di prodotto:***

- Copia dell'Attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale al produttore (validità 5 anni, salvo rinnovo), riportante almeno un timbro in originale con la data di spedizione ed il destinatario;
- Certificato di collaudo svolto dal produttore in stabilimento per il singolo lotto di spedizione (destinatario lotto, qualità acciaio, diametro tondi o tipo profilo, quantità del lotto);
- Estremi del documento di trasporto del produttore con la data di spedizione, il riferimento ai tipi di profilati od ai diametri armature, alle quantità, alla qualità di acciaio, alle colate, al destinatario.

#### **B) *Documenti che deve rilasciare il commerciante intermedio (che non svolge alcuna lavorazione sul prodotto)***

- Copia dei documenti di cui al punto A) rilasciati dal produttore, completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante;
- Documento di trasporto del commerciante con la data di spedizione, il riferimento ai tipi di profilati od ai diametri armature, alle quantità, alla qualità di acciaio. (\*\*\*)

#### **C) *Fornitura di elementi da centro di trasformazione (che ha eseguito lavorazioni sul prodotto proveniente dal produttore)***

- **Copia dei documenti di cui al punto A) rilasciati dal produttore, completati con il riferimento al documento di trasporto del centro di trasformazione;**
- **Documento di trasporto del centro di trasformazione con sopra indicato:**
  - **il riferimento all'Attestato di Qualificazione del produttore (per prodotti non marcati CE);**
  - **estremi dell'Attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale al centro di trasformazione, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;**
  - **attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal centro, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;**
  - **tipi di profilati, diametri, parte di opera, elemento strutturale, posizioni a cui gli elementi sono destinati.**

(\*) **Ad agosto 2016 vale in sostanza per gli acciai da carpenteria, per i quali sono disponibili e cogenti le seguenti norme europee armonizzata che, ai sensi del regolamento UE 305/2011, essendo scaduto il relativo termine di coesistenza con le precedenti norme, risultano cogenti e rendono obbligatoria la marcatura CE del prodotto:**

- **Laminati a caldo (profilati IPE, HE, ecc.): EN 10025-1:2004, cogente dal 01/09/2006;**
- **Profilati cavi finiti a caldo: EN 10210-1:2006, cogente dal 01/02/2008;**
- **Profilati cavi formati a freddo: EN 10219-1:2006, cogente 01/02/2008.**

(\*\*) **La marcatura CE è apposta in modo visibile, leggibile e indelebile sul prodotto da costruzione o su un'etichetta ad esso applicata. Se ciò fosse impossibile o ingiustificato a causa della natura del prodotto, essa è apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento. (Art. 9 Regolamento UE 305/2011).**

Di solito per gli acciai da carpenteria il marchio CE è apposto sul Certificato di Collaudo in stabilimento svolto dal produttore sul singolo lotto di spedizione, che è allegato al d.d.t.

(\*\*\*) **Solo nel caso in cui il commerciante intermedio rifornisca direttamente il cantiere (il d.d.t. è quello intestato all'Impresa).**

### 3. STRUTTURE METALLICHE

#### Collaudo tecnologico dei materiali

A misura che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio pervengono agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla D.L. specificando per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni. Entro otto giorni dal ricevimento di tale comunicazione, la Direzione Lavori darà risposta fissando la data del collaudo tecnologico in contraddittorio oppure autorizzando il passaggio in lavorazione della partita.

Il collaudo tecnologico in contraddittorio avverrà di norma presso i laboratori dell'Impresa, fermo restando il diritto della Provincia di prelevare campioni da sottoporre a prova presso i Laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno. Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dalle Norme UNI ed altre eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

#### Collaudo dimensionale e di lavorazione.

L'Amm.ne si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina totale o parziale delle strutture secondo le 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 l'Amm.ne procederà all'accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, a misura che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la D.L. indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Provincia 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 Provincia verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a

regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Provincia.

#### Collaudo delle opere e prove di carico.

Prima di sottoporre le opere alle prove di carico, dopo ultimata in opera ogni singola struttura metallica e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Provincia un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che la struttura sia stata eseguita in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico che verranno condotte a cura e spese dell'Impresa secondo le prescrizioni e le modalità che saranno all'uopo impartite dalla Provincia.

Sarà cura dell'Impresa approntare il calcolo delle deformazioni elastiche relative alle condizioni di carico imposte della Provincia risultanti dai calcoli di progetto.

#### Ciclo di verniciatura.

Tutte le strutture, a lavoro ultimato, dovranno essere trattate con quattro mani di vernice, seguendo il ciclo che di seguito si descrive:

- 1) preparazione consistente in una accurata sabbiatura, fino a totale asportazione della ruggine, calamina od altro;
- 2) verniciatura di fondo consistente nell'applicazione di due mani di antiruggine, di cui una di colore giallo e una di colore arancio, a base di veicolo glicerofalico, date in ragione di gr. 140-150 di prodotto per metro quadrato e per ogni mano;
- 3) finitura consistente nell'applicazione a spruzzo di due mani di smalto, del colore indicato dalla DL, a base di resine alchidiche in ragione di gr. 100-110 di prodotto per metro quadrato e per ogni mano;
- 4) sulle pareti interne dei manufatti scatolari la catramatura o bitumatura di protezione sarà eseguita a caldo. Nei passi d'uomo (botole), andrà applicata una guarnizione in gomma.

E' in facoltà della Direzione Lavori, prescrivere l'impiego di vernici di altri tipi, con conseguenti variazioni di prezzo qualora le strutture debbano essere installate in ambiente particolarmente sfavorevole per la vicinanza del mare od altro.

## **4. PROCESSI DI SALDATURA DELLE STRUTTURE METALLICHE**

### **A) Modalità esecutive, qualificazioni e certificazioni**

- La saldatura degli acciai dovrà avvenire con procedimento all'arco elettrico.
- I saldatori dovranno essere specificatamente qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo.
- Il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4. In relazione al tipo di acciaio impiegato ed alle sollecitazioni a fatica a cui si prevede le strutture saranno sottoposte, con rif. alla Tab. 11.3.XI delle NTC 2018 si stabilisce che:
  - il livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 è il livello "Medio" (EN ISO 3834-3);
  - il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996 è il livello "Completo".

### **B) Controllo delle saldature - Qualifica degli operatori addetti al controllo**

Ai fini dell'accettazione di strutture composte di carpenteria costruite in centri di trasformazione (officine) e/o installate in cantiere, l'Impresa dovrà provvedere al controllo delle saldature, ai sensi delle NTC di cui al DM 17/01/2018.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli sulle saldature dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

### **C) Programma dei controlli**

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa dovrà presentare alla DL, per l'approvazione, il programma dei controlli da svolgere, suddiviso in relazione alle saldature da effettuare nei centri di trasformazione (officina) ed a quelle da effettuare in cantiere. La DL, a suo

insindacabile giudizio, ha facoltà di prescrivere tutti i controlli che ritenga necessari od opportuni, nel rispetto delle prescrizioni di cui al paragrafo 11.3.4.5 delle NTC di cui al DM 17/01/2018. Se del caso l'Impresa è tenuta ad adeguare il programma.

#### D Controlli da svolgere

Il programma dei controlli deve prevedere controlli visivi ed altri controlli non distruttivi.

1. Controlli visivi: dovranno essere estesi al 100% delle saldature ovunque eseguite.

2. Altri controlli non distruttivi:

- Dovranno essere eseguiti per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione;
- In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.
- Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche);
- Per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione;

#### E) Documenti da presentare alla DL ai fini dell'accettazione

- Certificazione secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4 del costruttore (è la ditta che esegue le saldature, in officina o in cantiere);
- Dichiarazione del DT della ditta costruttrice circa i nominativi dei saldatori che hanno eseguito le saldature;
- Attestati di qualifica secondo le norme UNI EN 287-1:2004 dei saldatori;
- Attestato di qualifica almeno di secondo livello, secondo le norme UNI EN 473:2001, dell'operatore che ha eseguito i controlli visivi;
- Rapporti sui risultati dei controlli effettuati a firma dell'operatore qualificato che lo ha eseguito, contenente specifici riferimenti alle precise posizioni ed ai tipi di saldature.

#### F) Controlli aggiuntivi

- Le saldature potranno essere sottoposte a controlli non distruttivi finali, definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori, a loro discrezione, con ogni onere a carico dell'Impresa.

### 5. ALTRE OPERE METALLICHE

#### Parapetti in ferro

Nella costruzione di tutti i manufatti, sui quali sono previsti i parapetti, l'Impresa è tenuta alla predisposizione dei fori di ancoraggio dei montanti secondo i disegni e le prescrizioni che verranno dati dalla D.L.

#### Recinzioni in rete metallica

Saranno del tipo prescritto di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Per tutto quanto non espressamente indicato nel presente articolo, si farà riferimento alla vigente normativa ed alle norme tecniche UNI in materia.

## **ART. 22 APPARECCHI D'APPOGGIO**

#### Apparecchi d'appoggio metallici tipo mobile e tipo fisso

Tanto gli apparecchi di tipo mobile, quanto quelli di tipo fisso, dovranno essere forniti secondo le dimensioni fissate nella "Norma per la progettazione dei ponti in acciaio" emessa dal Consiglio Superiore del Ministero dei Lavori Pubblici il 22/09/1960, n. 1996 e successive modificazioni emanate od emanande.

L'acciaio sarà del tipo A52 UNI 3158 per le piastre degli apparecchi e del tipo Aq 52 UNI 3158 per i rulli. Gli apparecchi del tipo fisso potranno essere costruiti, sempre previa approvazione della Direzione Lavori, anche con metalli che non rientrano nelle caratteristiche dinanzi citate.

Gli apparecchi d'appoggio metallici dovranno essere trattati con una triplice verniciatura di cui la prima di antiruggine e le successive due di biacca ad olio.

#### Appoggi in gomma

Gli appoggi in gomma (neoprene armato) dovranno essere dimensionati secondo le istruzioni previste da CNR-UNI 10018-72; qualora le reazioni di vincolo non siano uniformi per tutte le travi, gli appoggi dovranno essere dimensionati per la reazione trasmessa dalla trave più sollecitata.

#### Apparecchi di appoggio speciali

Quando per il tipo di struttura sia necessario adottare apparecchi di appoggio in gomma (neoprene), od in resine sintetiche, si determinerà all'atto della progettazione: tipo, dimensioni e caratteristiche dell'appoggio che dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori, secondo le vigenti "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio in gomma nelle costruzioni" del C.N.R.

## **ART. 23 INTONACI E PROTETTIVI DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

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

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

#### A) Intonaci eseguiti a mano.

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

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

#### B) Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite)

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

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

La malta sarà di norma composta di q.li 5 di cemento normale per mc. di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori.

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

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

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice. Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

#### C) Protettivi delle superfici in calcestruzzo.

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

## **ART. 24 GEOTESSILI**

### TELO DI TESSUTO NON TESSUTO

I geotessili del tipo tessuto non tessuto per l'applicazione in costruzioni stradali dovranno essere conformi alla normativa EN 13249.

Il nontessuto geotessile deve presentare le seguenti caratteristiche:

- del tipo a filo continuo;
- realizzato al 100% in poliestere, od in alternativa, in polipropilene stabilizzato contro i raggi UV;
- agugliato meccanicamente.

La denominazione del tipo e il numero di lotto devono essere stampati su ogni rotolo ripetendosi in maniera equidistanziata in conformità alla EN ISO 10320.

#### Requisiti meccanici ed idraulici

▪ resistenza a trazione longitudinale	EN ISO 10319	(kN/m)	19,0
▪ resistenza a trazione trasversale	EN ISO 10319	(kN/m)	19,0
▪ allungamento a rottura (longitudinale/trasversale)	EN ISO 10319	(%)	> 35
▪ resistenza al punzonamento CBR	EN ISO 12236	(N)	2900
▪ prova di caduta conica (diametro massimo foro)	EN 918	(mm)	20
▪ apertura efficace dei pori O90	EN 12956	( $\mu\text{m}$ )	95
▪ permeabilità verticale rispetto al piano senza carico	EN ISO 11058	( $\text{l/m}^2 \text{ s}$ )	72
▪ permeabilità all'acqua nel piano con 20 kPa	EN 12958	( $\text{l/m h}$ )	12,6
▪ resistenza all'invecchiamento (diminuzione carico rottura)	ENV 12224	(%)	< 50
▪ resistenza chimica (diminuzione carico di rottura)	ENV 13438	(%)	< 20

I valori riportati si intendono quali valori medi. Sono ammissibili variazioni fino al 10% dei parametri meccanici e fino al 20% dei parametri idraulici.

Il fornitore deve provare che da parte del produttore viene applicato un sistema di garanzia della qualità conforme all'ISO 9001. L'Impresa è tenuta inoltre a presentare alla D.L., ai fini dell'accettazione, le schede tecniche e le certificazioni del produttore recanti le caratteristiche del prodotto che intenderà impiegare.

#### Deposito e posa

Per evitare perdite di resistenza, il nontessuto geotessile non deve essere esposto né al caldo né all'irraggiamento solare diretto.

Non deve essere usato nontessuto geotessile danneggiato. Una volta steso il geotessile è assolutamente necessario evitare il transito su di esso da parte di mezzi cingolati o gommati.

Il materiale eventualmente danneggiato deve essere sostituito a totale cura e spese dell'Impresa.

Le giunzioni potranno essere eseguite mediante:

- 1) Cucitura, con sormonto a lembi rialzati e sovrapposizione dei due lembi per almeno 10 cm;
- 2) Picchetti o graffe, con sormonto piano e sovrapposizione dei due lembi per almeno 50 cm;
- 3) Termoincollaggio, con sormonto piano e sovrapposizione dei due lembi per almeno 20 cm.

Il periodo intercorrente tra la posa del nontessuto geotessile e la posa dello strato di ricopertura non deve essere superiore a quattro settimane.

#### Modalità di valutazione

Il prezzo di elenco al metro quadro viene applicato allo sviluppo della superficie orizzontale, verticale ed inclinata effettivamente rivestita, al netto di bordi, sfridi e sovrapposizioni, e comprende la fornitura del materiale, del personale, dell'utensileria e dell'attrezzatura necessarie per la posa completa.

## **ART. 25 DEMOLIZIONE, TOTALE O PARZIALE, REALIZZATA CON FRESE, DI STRATI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta, che, qualora a giudizio e su ordine della D.L. risulti idoneo, potrà essere riutilizzato, ed in questo caso dovrà essere accumulato in aree idonee da procurarsi a cura e spese dell'Impresa e successivamente ripreso e portato nelle zone di reimpiego senza che tutto questo comporti compensi speciali per l'Impresa, oppure dovrà essere portato a discarica a cura e spese della ditta assuntrice dei lavori; su parere della D.L. potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero).

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto previste nel presente capitolato) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residuo di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera.

L'impresa dovrà scrupolosamente attenersi agli spessori di demolizione definiti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di fresatura. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla D.L. munite di spazzole e dispositivo aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

La non idonea pulizia delle superfici potrà provocare una penalizzazione sul prezzo di elenco del 15%.

Le parti dei giunti longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tale e quale o modificato.

## **ART. 26 GHIAIA IN NATURA**

La ghiaia in natura dovrà provenire da fiumi o torrenti e sarà scevra da materie eterogenee, argillose e pulita da terra. La granulometria variabile non dovrà avere elementi superiori a mm. 60 e dovrà avere una percentuale minima di sabbia del 35% del peso totale.

## **ART. 27 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO**

### **A) DESCRIZIONE**

La fondazione in oggetto è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente, la frazione grossa di tali miscele (trattamento allo staccio 2 UNI 2332) può essere costituita da ghiaie frantumate, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla D.L.

La fondazione potrà essere formata da materiali di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

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

#### B) CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

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

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

	CRIVELLO O STACCIO UNI	MISCELA <i>Percentuale passante in peso (%)</i>
<i>Crivello UNI 2334</i>	71	100
	30	70 - 100
<i>Staccio UNI 2332</i>	10	30 - 70
	5	23 - 55
	2	15 - 40
	0.4	8 - 25
	0.075	2 - 6

- 3) Il limite liquido non dovrà essere maggiore di 25 e l'indice di plasticità dovrà essere = 0.
- 4) La percentuale di elementi di dimensioni minori di 0,02 mm. non deve superare il 6% del peso totale; l'aggregato grosso non deve contenere elementi teneri derivanti da rocce gelive in quantità maggiore del 7% in peso del totale.
- 5) Rapporto tra il passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ed il passante allo staccio 0,4 UNI 2332 inferiore a 2/3.
- 6) Coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo 4/1953) non superiore a 200.
- 7) Equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al crivello 5, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla D.L. in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalenti in sabbia compreso tra 25 e 35 la D.L. richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo punto 8.
- 8) Indice di portanza CBR del materiale dopo 4 giorni di immersione in acqua eseguito in campioni costipati in laboratorio con energia di costipamento AASHO modificata non minore di 50; è inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di umidità di costipamento del 4%. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti comma 1) - 2) - 6) e 7) salvo nel caso citato al comma 7) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

#### C) STUDI PRELIMINARI

Le caratteristiche suddette saranno accertate dalla D.L. mediante prove da effettuarsi, presso un laboratorio ufficiale, sui campioni che l'impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente la impresa dovrà indicare per iscritto le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla D.L. in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento; pertanto l'Impresa è obbligata a presentarsi in ogni momento al prelievo dei materiali impiegati o da impiegarsi.

#### D) 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. sciolto e non inferiore a 10 cm. sciolto, 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 ottima di costipamento, 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 aerato o rimosso e ricostituito a cura e spese dell'impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria, assoluta omogeneità, con assenza assoluta di zone ghiaiose, sabbiose e limose o di toppe di argilla.

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque approvata dalla Direzione Lavori.

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.

Il valore del modulo di compressione non dovrà essere inferiore ad 800 Kg./cmq.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di ml. 4, 50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali; per tale controllo la D.L. potrà inoltre avvalersi di altri strumenti che ritenga idonei.

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

Prima di iniziare la costruzione della pavimentazione sarà eseguito, in linea di massima un controllo almeno ogni 200 m.

### **ART. 28 FONDAZIONE O BASE IN MISTO CEMENTATO**

#### A) DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione o base sarà costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia o sabbia, impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato.

#### B) CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

##### Inerti

Saranno impiegati frantumati di cava o di fiume (nella misura minima del 50% in peso del totale della miscela), ghiaie o sabbie aventi i seguenti requisiti:

1. Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, non di forma appiattita, né allungata o lenticolare.
2. Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme il più possibile aderente alla curva limite inferiore:

	SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	PASSANTE % TOTALE IN PESO
<i>Crivelli</i>	40	100
	25	60 - 80
	15	40 - 60
	10	35 - 50
	5	25 - 40
<i>Setacci</i>	2	15 - 30
	0,4	7 - 15
	0,18	0 - 6

3. Coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR, fascicolo 4/1953) non superiore a 160.
4. Equivalente in sabbia compreso fra 35 e 55. La Direzione dei Lavori potrà tuttavia ammettere l'impiego di materiali aventi equivalente in sabbia maggiore di 55, disponendo l'aggiunta di elementi corrispondenti alla sabbia fine, sempre però in modo che la percentuale di cemento non sia tale da provocare fessurazioni per ritiro.
5. La perdita in peso nella prova di abrasione (tipo Los Angeles) eseguita sull'aggregato deve risultare non maggiore di 30.

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

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti % fino al passante al crivello n. 5 e di  $\pm 2$  punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori.

#### Legante

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

#### Acqua

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

### C) MISCELA – PROVE DI LABORATORIO E IN SITO

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

#### Resistenza

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

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

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8, peso pestello kg 4,54, 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.

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione non minori di 30 kg/cmq e non superiori a 70 kg/cmq.

Il valore della resistenza a trazione dopo 7 gg. di stagionatura, secondo la prova "brasiliiana", deve risultare non inferiore a 2,5 kg/cmq.

### D) PREPARAZIONE

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti e regolarmente controllata.

### E) POSA IN OPERA

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

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

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e superiori a 25°C e non sotto pioggia battente. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

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

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

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

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

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

### F) PROTEZIONE SUPERFICIALE

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

### G) NORME DI ACCETTAZIONE

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

La densità in sito non dovrà essere inferiore al 95% della densità raggiunta in laboratorio nei provini su cui è misurata la resistenza.

Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa ovvero prima dell'indurimento, mediante i normali procedimenti a volumometro.

Ciò potrà essere sempre ottenuto attraverso una misura diretta, oppure attraverso l'applicazione della formula di trasformazione.

La resistenza a compressione verrà controllata su provini confezionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di quattro provini.

La resistenza dei provini preparati con la miscela stesa, non dovrà scostarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre  $\pm 20\%$  e comunque non dovrà mai essere inferiore a 30 kg/cmq.

## **ART. 29 SCARIFICA**

La scarifica verrà eseguita con mezzi meccanici idonei per la profondità minima che sarà prescritta dalla Direzione Lavori.

Il materiale risultante, a giudizio della D.L. potrà essere reimpiegato con esclusione di quelle parti giudicate non idonee che dovranno essere portate a rifiuto.

### **ART. 30 QUALIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI**

L'Appaltatore si impegna, qualora richiesto dalla D.L., prima di dare avvio ai lavori, nell'ambito delle specifiche tecniche riportate di seguito, a sottoporre per approvazione della stessa D.L., per ciascun tipo di conglomerato bituminoso da impiegare, un massimo di n. 3 campioni realizzati con diverse miscele al fine di consentire la scelta del mix-design più idoneo da adottarsi nell'intervento in oggetto.

L'Appaltatore, inoltre è tenuto a presentare le specifiche di composizione delle miscele predisposte utilizzate per le campionature preliminari, nonché eventuali prove di laboratorio effettuate. La D.L. si riserva di approvare ed individuare la miscela da porre in opera.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati posti in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza.

Rispetto alle percentuali corrispondenti alla curva granulometrica individuata quale ottimale, non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 1,5\%$ , del contenuto di sabbia superiore a  $\pm 1,5\%$  e del contenuto di additivo superiore a  $\pm 1,5\%$ .

Tali prescrizioni devono ritenersi valide per gli strati di base, binder ed usura. Infine, per le percentuali di bitume non sarà ammesso uno scostamento da quelle relative alla composizione scelta, superiore a  $\pm 0,3\%$ .

L'onere relativo alla esecuzione delle prove di qualificazione è a carico dell'Impresa.

### **ART. 31 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI BASE**

#### **A) DESCRIZIONE**

Lo strato di base è realizzato da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle norme C.N.R. fascicolo IV/1953) impastato a caldo con bitume previo preriscaldamento degli inerti. Questo verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati o metallici a seconda delle prescrizioni impartite dalla D.L.

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

#### **B) MATERIALI INERTI**

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

Per il prelevamento di campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute al citato fascicolo C.N.R..

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati e da ghiaie anche di provenienze petrografica diversa, purché alle prove indicate di seguito eseguite sui campioni di miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- frantumati non inferiori al 30% in peso della miscela degli inerti;
- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (B.U. C.N.R. n. 34 - 28.03.1973) inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, durevoli, duri, approssimativamente poliedrici, con superficie ruvida, puliti ed esenti da polveri e materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forme appiattite e lenticolari o allungate.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali e di frantumazione. Queste ultime non dovranno mai essere percentualmente inferiori al 30% in peso delle miscele delle sabbie.

Inoltre l'aggregato fino dovrà presentare un valore dell'equivalente equivalente in sabbia, determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 (30.03.1972), compreso tra 50 e 80.

Gli additivi (filler), provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- passante al setaccio UNI 0.18 paria al 100% in peso;
- passante al setaccio UNI 0.075 paria al 90% in peso.

Il controllo della granulometria dovrà essere eseguito per via umida.

### C) LEGANTE

Salvo diversa prescrizione della D.L., il bitume dovrà avere i medesimi requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fascicolo II - 1951 per il bitume B 60/80, salvo il valore di penetrazione a + 25 °C che dovrà essere compreso tra 60 e 70, ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso tra 47 °C e 56 °C; inoltre il bitume dovrà avere un indice di penetrazione calcolato con la formula appresso riportata, compreso tra - 1,0 e + 1,0.

$$IP = \frac{20-50}{u+50}$$

$IP$  = Indice di penetrazione del bitume;

$u$  =  $T_r - 25^{\circ}C$ ;

$v$  =  $\text{Log} (800 / \text{Pen}_{25^{\circ}C})$

$T_r$  = Temperatura di rammollimento alla prova "palla anello" del bitume ( $^{\circ}C$ );

$\text{Pen}_{25^{\circ}C}$  = Penetrazione del bitume a  $25^{\circ}C$  (dmm).

### D) MISCELA

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di base dovrà avere composizione granulometrica per la quale, a titolo orientativo, si indica la formula seguente:

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI		PASSANTE: % TOTALE IN PESO
crivello 40		100
crivello 30		80 - 100
crivello 25		70 - 95
crivello 15		45 - 70
crivello 10		35 - 60
crivello 5		25 - 50
setaccio	2	20 - 40
setaccio	0,4	6 - 20
setaccio	0,18	4 - 14
setaccio	0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra 3,5% e 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà presentare i seguenti requisiti minimi:

- il valore della stabilità Marshall eseguita a  $60^{\circ}C$  su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere non inferiore a 700 kg;
- il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurate in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 250 kg/mm;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall, dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% e il 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità riportate in precedenza, dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione o presso la stesa, inoltre la temperatura di compattazione non dovrà essere inferiore a quella di stesa e comunque non dovrà superare di più di 10°C tale temperatura.

#### E) CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'impresa, oltre a quanto previsto all'art. 83, ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

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

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

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

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

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

In corso d'opera ed in ogni fase della lavorazione, la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle presenti prescrizioni.

#### F) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

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

L'impianto dovrà 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 al deposito degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

Nel caso di utilizzo di bitume 60-80, la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 145°C e 180°C, mentre quella del legante dovrà essere compresa tra 145°C e 160°C.

La temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 150 °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%.

#### G) POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione. 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.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo, di macchine vibrofinitrici, in strati finiti di spessore non inferiore a 7 cm e non superiore a 15 cm.

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/m<sup>2</sup>.

Le vibrofinitrici saranno dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Esse 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. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

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

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

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

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quanto le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

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

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella del provino Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. 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 fessurazione e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m. 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

## **ART. 32**

### **CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER)**

#### **A) DESCRIZIONE**

Il conglomerato per lo strato di binder sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR, fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con adeguati rulli.

#### **B) MATERIALI INERTI**

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le Norme CNR capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme CNR - 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. CNR n. 34 (28/3/73) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso potrà anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni corrispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73) eseguita sulle singole pezzature inferiore o uguale al 25%;
- coefficiente di frantumazione secondo CNR fasc. IV /1953, inferiore a 140;
- indice dei vuoti delle singole pezzature secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,80;
- sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15/11/80)  $\leq 30\%$ ;
- porosità (CNR B.U. n. 65 del 18/5/78) dovrà essere  $\leq 1,5\%$ ;
- coefficiente di imbibizione (CNR fasc. IV/1953) dovrà essere inferiore a 0,015;
- idrofilia, secondo CNR fascicolo IV/1953 o secondo lo "Static Immersion Test" del British Standard Institute (B.S.I.) con limitazione di perdita di peso allo 0,5%.
- coefficiente di forma Cf e di appiattimento Ca inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR B.U. n. 95 del 31/1/84);

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione; la percentuale di queste ultime non dovrà comunque essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73 - prova C), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 27 del 30/03/72) dovrà essere superiore od uguale a 70. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere  $\geq 40$ .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 0,43.

### C) ADDITIVI

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

- passante al setaccio UNI 0,40 (ASTM n. 40) pari al 100% in peso;
- passante al setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80) pari al 90% in peso;
- passante al setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200) pari al 80% in peso.

Il controllo della granulometria dovrà essere eseguito per via umida. Della quantità di additivo passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm, più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

### D) LEGANTE

Salvo diverso avviso della D.L., in relazione alle condizioni stagionali, il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume tipo B60/80, salvo il valore di penetrazione a 25°, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso fra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle seguenti caratteristiche si useranno le normative appresso rispettivamente riportate:

- Penetrazione: CNR B.U. n. 24 del 29/12/71
- Punto di rammollimento "palla - anello": CNR B.U. n. 35 del 22/11/73
- Punto di rottura Fraas: CNR B.U. n. 43 del 6/6/74
- Duttilità: CNR B.U. n. 44 del 29/10/74
- Volatilità: CNR B.U. n. 50 del 17/3/76

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula seguente, compreso fra -1,0 e +1,0:

$$IP = \frac{20-50}{u^{1.5}}$$

dove:

- $IP$  = Indice di penetrazione del bitume;  
 $u$  =  $Tr - 25^{\circ}C$ ;  
 $v$  =  $\text{Log}(800 / \text{Pen}_{25^{\circ}C})$   
 $Tr$  = Temperatura di rammollimento alla prova "palla anello" del bitume ( $^{\circ}C$ );  
 $\text{Pen}_{25^{\circ}C}$  = Penetrazione del bitume a  $25^{\circ}C$  (dmm).

#### E) MISCELA

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

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso (%)
Crivello	25	100
Crivello	15	65 – 100
Crivello	10	50 – 80
Crivello	5	30 – 60
Setaccio	2	20 – 45
Setaccio	0.4	7 – 25
Setaccio	0.18	5 – 15
Setaccio	0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% e il 5,5% 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  $60^{\circ}C$  su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 900 kg;
- il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 300 kg/mm;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 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 quello precedentemente determinato.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno preferibilmente essere confezionati presso l'impianto di produzione.

#### F) REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'Impresa, oltre a quanto previsto all'art. 83, ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare, prima dell'inizio dei lavori, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

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

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 3\%$  e di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) superiore a  $\pm 2\%$  sulle percentuali corrispondenti alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,0\%$  sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilità di  $\pm 0,25\%$ .

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

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

#### G) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela.

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

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

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

Salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato, la temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 145 e 180°C, e quella del legante tra 145 e 165°C, mentre la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 150°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%.

#### H) POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Prima di iniziare la stesa del binder sarà necessario verificare che la superficie di posa risulti perfettamente pulita ed asciutta. Qualora la D.L. lo ritenga necessario, l'Impresa procederà ad un'accurata pulizia della superficie di posa, mediante energico lavaggio e ventilazione, senza che questo dia diritto a speciali compensi per l'Impresa.

Quindi si procederà alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,5 Kg/mq. Immediatamente seguirà lo stendimento dello strato di collegamento.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata in un unico strato a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, 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 avendo cura di spalmare il bordo della striscia già realizzata con emulsione bituminosa acida al 60% in peso 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 azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm.

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

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

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; per le zone eventualmente compromesse (con densità inferiori a quelle richieste), lo strato dovrà essere immediatamente rimosso e successivamente ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati e/o 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 dello strato di collegamento (binder) il volume dei vuoti residui su carote estratte dalla pavimentazione dovrà essere compreso fra il 4% ed il 7% del volume totale del campione; valori superiori comporteranno penalizzazioni sul prezzo di elenco come di seguito specificato:

<i>Volume dei vuoti residui (%)</i>	<i>Penalizzazione (%)</i>
7.5	5
8.0	10
8.5	15
9.0	25
9.5	30
10.0	40

Volumi dei vuoti residui superiori al 10,0% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato, e di quelli soprastanti qualora già posati, a cura e spese dell'Impresa.

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 finale dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie stradale dovrà aderirvi uniformemente.

Successivamente alla posa del conglomerato bituminoso, qualora venga richiesto dalla D.L. l'Impresa dovrà procedere alla sabbatura della superficie dello strato di collegamento (binder) mediante stesa di mano d'attacco con emulsione bituminosa al 60% in ragione di 0,300 kg/mq e successivo spargimento di strato di sabbia in idonea pezzatura in ragione di 2,5 ÷ 3,0 kg/mq e sua regolarizzazione; gli oneri da ciò derivanti si intendono compresi e compensati con i prezzi di elenco relativi alla posa dello strato di collegamento.

#### I) CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali, prelevati presso l'impianto di produzione (e/o dalla vibrofinitrice) e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale.

### **ART. 33**

#### **CONGLOMERATO BITUMINOSO "TRADIZIONALE" PER STRATI DI USURA**

##### A) -DESCRIZIONE

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi (secondo le definizioni riportate all'art. 1 delle "norme per l'accettazione dei pietrischetti, pietrischi, graniglie, sabbie, additivi per costruzioni stradali" CNR - fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, verrà steso in opera a mezzo di macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e/o lisci.

#### B) MATERIALI INERTI

Il prelevamento dei campioni di materiali inerti per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati verrà effettuato secondo le norme CNR cap. II del fasc. IV 1953.

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

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguite sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T96 inferiore al 20 %;
- coefficiente di frantumazione secondo CNR fasc. IV /1953 inferiore a 120;
- indice dei vuoti delle singole pezzature secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,015;
- idrofilia, secondo CNR fascicolo IV/1953 o secondo lo "Static Immersion Test" del British Standard Institute (B.S.I.) con limitazione di perdita di peso allo 0,5%.

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

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbia naturale o di frantumazione, e dovrà presentare un equivalente in sabbia, determinato secondo la prova AASHO T 176, compreso tra 50 ed 80.

#### C) ADDITIVI

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

- alla prova ASTM D 546 - AASHO T 37, i passanti dovranno risultare compresi nei seguenti limiti :
 

- Setaccio ASTM n. 30	Passante in peso a secco 100%
- Setaccio ASTM n. 100	Passante in peso a secco 90%
- Setaccio ASTM n. 200	Passante in peso a secco 65%
- la quantità di additivo passante per via umida al setaccio n 200 dovrà essere compresa tra il 100 ed il 200 % della quantità passante a tale setaccio per via secca;
- l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello UNI da 5 mm dovrà subire un abbassamento compreso tra un minimo di 30 ad un massimo di 50 punti, in corrispondenza ad un contenuto dell'additivo in esame variante dal 4 al 10% in peso, calcolato sul totale della miscela di aggregato.

#### D) LEGANTE

Il bitume dovrà essere del tipo B 60/80 salvo diverso avviso della Direzione Lavori.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del CNR fasc.II/1951 e successivi aggiornamenti; inoltre dovrà avere un indice di penetrazione, calcolato con la formula a seguito riportata, compreso tra -1,0 e +1,0:

$$IP = \frac{20-50}{u+50}$$

dove:

- $IP$  = Indice di penetrazione del bitume;
- $u$  =  $T_r - 25^\circ\text{C}$ ;
- $v$  =  $\text{Log} (800 / \text{Pen}_{25^\circ\text{C}})$

Tr = Temperatura di rammollimento alla prova "palla anello" del bitume (°C);  
 Pen<sub>25°C</sub> = Penetrazione del bitume a 25°C (dmm).

#### E) MISCELE

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica per la quale, a titolo di orientamento, si indica la formula seguente:

<i>Serie crivelli e setacci UNI</i>		<i>Passante totale in peso (%)</i>
Crivello	15 (1/2")	100
Crivello	10 (3/8")	70 – 100
Crivello	5 (n. 4 serie ASTM)	45 – 75
Setaccio	2 (n. 2 serie ASTM)	30 – 55
Setaccio	0.4 (n. 40 serie ASTM)	12 – 30
Setaccio	0.18 (n. 80 serie ASTM)	7 – 20
Setaccio	0.075 (n. 200 serie ASTM)	5 - 10

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5% ed il 7% riferito al peso totale, degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'8%, il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza a seguito citati.

Il conglomerato dovrà avere inoltre i seguenti requisiti:

- elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote, dei veicoli;
- il valore della stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 1000 kg e non superiore a 1300 kg;
- il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere in ogni caso superiore a 300 kg/mm.
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3-6 %.
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa;
- grande compattezza: il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso tra il 4 - 8 %; nel calcolo di tali percentuali si dovrà far uso del peso specifico dei grani di tutta la miscela degli inerti;
- impermeabilità praticamente totale: il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall di controllo, con permeometro a carico costante di 50 cm. d'acqua, non dovrà risultare superiore a 10 E- 6 cm/sec.

#### F) CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'impresa, oltre a quanto previsto all'art. 83, ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali su campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

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

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

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

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

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

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

#### G) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo impianti fissi ed approvati dalla D.L., in particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria, la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore, il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

Nel caso in cui si impieghi bitume tipo B60/80, la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 145° C e 180 °C mentre quella del legante dovrà essere compresa tra 145 e 165 °C. La temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 150 °C.

Nel caso in cui si impieghi bitume tipo B80/100 la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150-170 °C e quella del legante tra 140-160 °C. La temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140 °C.

A discrezione della D.L. dovranno essere frequentemente controllate le qualità e le caratteristiche del bitume, le temperature, degli aggregati e del bitume. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e tramogge degli impianti saranno munite di termometri fissi.

#### H) POSA IN OPERA DEGLI IMPASTI

Si procederà ad un'accurata pulizia della superficie da rivestire, mediante energico lavaggio e ventilazione ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 60 in ragione di 0,5 Kg/mq.

A lavoro ultimato la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla D.L..

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla D.L., in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo.

La stesa dei conglomerati non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presenti comunque bagnato e la temperatura dello strato di posa del conglomerato, misurata in un foro di circa 2-3 cm. di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a 5 °C.

Se la temperatura dello strato di posa è compresa tra 5-10 °C si dovranno adottare, previa autorizzazione della D.L., degli accorgimenti che consentano ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (innalzamento temperatura di confezionamento e trasporto con autocarri coperti).

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

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale e quando il bordo di una striscia sia stato danneggiato il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesioni alle superfici di contatto.

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno 30 cm.

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4 m, posta sulle superficie pavimentata, dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4mm.

Il manto di usura e lo strato di collegamento sarà compresso con rulli meccanici a rapida inversione di marcia del peso di 6 - 8 t. La rullatura comincerà ad essere condotta alla più alta temperatura possibile, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro; si procederà pure con passaggi in diagonale. Il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 12 - 14 t e con rulli gommati del peso di 10 - 13 t.

#### I) PROVE E CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali, prelevati presso l'impianto di produzione (e/o dalla vibrofinitrice) e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale.

#### **Aderenza e macrorugosità a lavori ultimati**

Nei tappeti dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessiture granulometriche idonei in rapporto a:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità

Il coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T.), misurato con l'apparecchiatura SCRIM, deve risultare:  $CAT \geq 60$ . La relazione tra il valore CAT qui prescritto (CAT aut) e quello definito dalla norma CNR (CAT CNR) è:  $CAT \text{ aut} = CAT \text{ CNR} \times 100$ .

Inoltre la tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.u.n.94 del 15.10.83) dovrà avere i seguenti requisiti:  $HS \geq 0,4$ .

Le misure CAT e HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 90° giorno dell'apertura al traffico.

Le misure potranno essere effettuate anche dopo il 90° giorno e la valutazione verrà effettuata considerando il decadimento specifico della miscela in opera.

Sia per il CAT che per il HS dovranno essere rilevati almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 200 m per il CAT ed a 50 m per HS), nei punti dove, a giudizio della D.L., la tessitura e/o rugosità risultino non sufficienti o dubbie.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200 m qualora tra il valore massimo del CAT rilevato nel tratto ed il valore minimo non ci sia una differenza superiore a 10.

La media dei valori CAT misurati ogni 10 m su tali tratte fornisce il valore medio del CAT sulla tratta omogenea.

### **ART. 34**

#### **CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA CON AGGREGATO SINTETICO CHIARO**

Il conglomerato in oggetto sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle norme CNR sui materiali stradali fasc. IV/1953) impastati con bitume a caldo unitamente ad aggregato sintetico chiaro (tipo Synopal) della pezzatura 2-15 mm.

La percentuale dell'aggregato sintetico sul peso totale della miscela costituente il conglomerato potrà essere compresa tra il 30 e il 45% a seconda che l'aggregato naturale sia chiaro o scuro.

Per tutti gli aspetti relativi alla realizzazione dello strato d'usura con conglomerato bituminoso chiaro in questione, si applica, in tutto, quanto contenuto all'art. 86, salvo quanto prescritto espressamente al presente articolo.

**ART. 35**  
**CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA CON INERTI DI NATURA BASALTICA**

**A) -DESCRIZIONE**

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi (secondo le definizioni riportate all'art. 1 delle "norme per l'accettazione dei pietrischetti, pietrischi, graniglie, sabbie, additivi per costruzioni stradali" CNR - fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, verrà steso in opera a mezzo di macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e/o lisci. Una parte degli inerti dovrà essere costituita da rocce basaltiche, come specificato nel seguito.

**B) INERTI**

Per l'aggregato grosso saranno impiegati esclusivamente frantumati di cava, con le seguenti caratteristiche:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le norme B.U. CNR n.34 del 28/3/1973) inferiore al 18%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature secondo le norme B.U. CNR fasc. IV/1 953 inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione secondo le norme B.U CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,015;
- l'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nelle Norme CNR fasc. IV/1953;
- il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A) dovrà essere maggiore o uguale a 0,42 (Norme B.U. CNR);

La D.L. si riserva di effettuare sugli inerti preparati su cubetto di malta reoplastica la prova di durezza Vickers (Galileo mod. SA - 200/v) con punta piramidale, carico di 30 Kg- e tempo di permanenza di 15 secondi (UNI 1955 2' ed. marzo 1981); il valore "HVII" dovrà essere superiore a 300 Kg/mm<sup>2</sup> (media su 9 penetrazioni a cubetto), su almeno tre cubetti.

La miscela finale degli aggregati dovrà contenere inerti di natura basaltica in peso compreso fra il 40% ed il 50% di quello della stessa miscela finale degli aggregati. Tali inerti di natura basaltica dovranno inoltre essere così dosati:

- pietrischetti di pezzatura 10 – 15 mm in percentuale compresa fra il 10% ed il 15% in peso rispetto al peso della miscela finale degli aggregati;
- graniglia di pezzatura 5 - 10 mm in percentuale compresa fra il 30% ed il 35% in peso rispetto al peso della miscela finale degli aggregati;

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili. I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'impresa.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbia naturale o di frantumazione, e dovrà presentare un equivalente in sabbia, determinato secondo la prova AASHO T 176, compreso tra 50 ed 80.

**C) ADDITIVI**

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 86, punto C).

**D) LEGANTE**

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 86, punto D).

**E) MISCELE**

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 86, punto E).

**F) CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 86, punto F).

**G) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE**

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 86, punto G).

**H) POSA IN OPERA DEGLI IMPASTI**

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 86, punto H).

**I) PROVE E CONTROLLI**

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 86, punto I).

**ART. 36****CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA CON BITUME MODIFICATO****a) Caratteristiche dei vari materiali**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale piuttosto che un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della D.L., la quale, per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

**b) Gli inerti**

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, dovranno provenire totalmente dalla frantumazione di rocce e devono soddisfare particolari requisiti, poliedricità, resistenza meccanica all'abrasione ed al levigamento.

Dovranno inoltre essere assolutamente scevri di polveri, sostanze limo argillose e qualsiasi altro materiale estraneo. Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita di peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 34173), inferiore al 18% e non superiore al 16% per la massima pezzatura: inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere maggiore di 0,42 (Norme C.N.R. B.U.).

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà, comunque, 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 20%.

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

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953, dovrà essere inferiore a 0,015.

L'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nelle Norme CNR fasc. IV/1953.

La D.L. si riserva di effettuare sugli inerti preparati su cubetto di malta reoplastica la prova di durezza Vickers (Galileo mod. SA-200/V) con punta piramidale, carico di 30 kg. e tempo di permanenza di 15 secondi (UNI 1955 2' ed. marzo 1981); il valore "HV" dovrà essere superiore a 300 kg/mm<sup>2</sup> (media su 9 penetrazioni a cubetto), su almeno tre cubetti. Comunque la miscela finale degli aggregati dovrà contenere almeno una percentuale dal 10 al 15% in peso, di pietrischetti m./m. 10/15 e dal 30 al 35% in peso di graniglie m/m. 5/10 di natura basaltica (B.U. n. 104 del 27/11/1984).

**b.1) L'aggregato fino**



- resistenza elastica maggiore dell'80%
  - Trazione su provette H2 a 5°C - 500 mm/mm.:
    - sollecitazione alla soglia inferiore a 30 (105 Pa)
    - sollecitazione alla rottura maggiore di 4 (105 Pa)
    - allungamento alla rottura superiore al 400%
  - Indice di penetrazione +5/+7
  - Viscosità dinamica a 160°C 0,3 - 0,4 (Pa x s)
  - Viscosità dopo invecchiamento RTF 0 1200 mm<sup>2</sup>/s
  - Indice di invecchiamento 1,3
- N.B.: 1 Pa x s = 10 poise*

### c.2) **Polimeri modificanti il bitume**

Dovranno essere costituiti da polimeri e/o elastomeri in grado di creare un reticolo polimerico a carattere elastico fissato sulla matrice bituminosa che modifichi le caratteristiche reologiche del bitume iniziale.

Il dosaggio di polimeri e/o elastomeri dovrà essere compreso fra il 6% e l'8% sul peso del bitume.

### d) **Miscela**

Il conglomerato bituminoso sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglia, sabbia ed additivi mescolati con bitume a caldo, di tipo modificato, e verrà steso in opera mediante macchine vibrofinitrici di tipo preventivamente approvato dalla D.L.

#### d.1 **Granulometria degli aggregati**

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale, a titolo di orientamento, si indica la formula seguente:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 15 (1/2")	90-100
crivello 10 (3/8)	70-80
crivello 5 (nr 4 serie ASTM)	45-60
setaccio 2 (nr 10 serie ASTM)	30-45
setaccio 0,4 (nr 40 serie ASTM)	12-30
setaccio 0,18 (nr 80 serie ASTM)	7-20
setaccio 0,075 (nr 200 serie ASTM)	5-10

Più in dettaglio la curva granulometrica degli aggregati da impiegare nella formazione del conglomerato potrà essere indicativamente la seguente:

Setacci (mm.)	Passante totale in peso %
0,08	8,4
0,16	12
0,315	17
0,5	20
1	25
2	36
3,15	46
4	51
5	53
6,3	53
8	56
10	77
12,5	96

15	100
----	-----

**Si ribadisce, come già in precedenza detto che una percentuale in peso dei pietrischetti passanti ai crivelli 10/15 compresa fra il 10 ed il 15% dovrà essere di natura basaltica e che una percentuale in peso delle graniglie 5/10 compresa dal 30% al 35% dovrà essere anch'essa di natura basaltica.**

Gli altri inerti impiegati dovranno essere di natura silicea - calcarea e possedere le caratteristiche in precedenza descritte

L'impresa, oltre a quanto previsto all'art. 83, è tenuta a presentare 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 e impermeabilità.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti prestazionali finali dei conglomerati in opera. Una volta accettata la composizione proposta, l'impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di sabbia e dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5$  sulla percentuale di additivo.

#### ***d.2) Dosaggio del legante***

Come già in precedenza detto dovrà essere impiegato bitume modificato.

Il dosaggio di legante dovrà essere compreso fra il 5,5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli inerti.

Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a  $\pm 0,3$ .

#### ***e) Formazione e confezione degli impasti***

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla Direzione dei Lavori. In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria, la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore, il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e degli eventuali additivi.

Nel caso in esame in cui è previsto l'impiego di bitume di penetrazione 80-100, la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra i 150 e 170°C.

La temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 175°C.

A discrezione della Direzione Lavori potranno essere frequentemente controllate le qualità e le caratteristiche del bitume le temperature degli aggregati e del bitume.

A tal fine gli essiccatori, le caldaie e tramogge degli impianti dovranno essere munite di termometri fissi.

Si precisa comunque che la curva granulometrica degli inerti, i dosaggi e quant'altro l sopra indicato potranno essere eventualmente modificati a cura dell'Impresa esecutrice, previa approvazione della D.L. in quanto l'Impresa stessa è responsabile dei requisiti prestazionali della pavimentazione realizzata che dovranno tutti essere rispettati.

f) **Modalità di stesa del conglomerato bituminoso**

Immediatamente prima della stesa del conglomerato si dovrà procedere ad una accurata pulizia del piano di posa mediante l'impiego di spazzatrici meccaniche e soffiatrici e/o mediante lavaggio con acqua in pressione nel rispetto delle prescrizioni della D.L.

Si dovrà poi procedere alla stesa di una mano d'ancoraggio con l'impiego di bitume modificato in ragione di 400/450 g/mq. (o a scelta della D.L. di emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,5 kg./mq.).

Il conglomerato bituminoso va posto in opera non appena l'emulsione bituminosa si sarà „rotta" con una vibrofinitrice di tipo approvato dalla D.L. in perfetto stato d'uso: al fine di garantire un buon esito del lavoro, la stesa deve essere particolarmente controllata ed a lavoro ultimato la pavimentazione dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla D.L.

In primo luogo va costantemente verificata la temperatura di uscita del conglomerato dal ferro da stiro della vibrofinitrice: questa, per garantire una buona lavorabilità del materiale, non deve mai scendere sotto i 150 - 160°C.

La velocità d'avanzamento della vibrofinitrice non deve superare i 4-6 ml/6 min. Come d'uso deve essere sempre la vibrofinitrice che spinge l'autocarro in fase di avanzamento.

La stesa del conglomerato non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro e in particolare quando il piano di posa si presenti comunque bagnato e la temperatura dello strato di posa del conglomerato, misurata in un foro di circa 2-3 cm. di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a 5°C.

Se la temperatura del piano di posa è compresa tra i 5 e 10°C si dovranno adottare, previa autorizzazione della D.L., i necessari accorgimenti che consentano di ottenere ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (ad esempio innalzamento della temperatura di confezionamento e trasporto con autocarri coperti).

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere immediatamente rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'impresa. Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale e, quando il bordo di una striscia sia stato danneggiato, il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e di giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto.

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfasati di almeno 30 cm.

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni; un'asta rettilinea lunga m. 4,00 posta sulla superficie pavimentata dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm.

Il conglomerato dovrà essere costipato con rulli meccanici, a rapida inversione di marcia, e con rulli semoventi a ruote gommate del peso 10/12 t (carico per ruota pari a 1650 kg.) a scelta della D.L.

L'azione di costipamento deve seguire immediatamente la stesa del materiale quando la temperatura dello stesso non sia scesa sotto i 140 – 150 °C.

La prima compattazione dovrà essere fatta con passata del rullo semovente gommato a velocità media (circa 200 ml/minuto) con le ruote motrici rivolte sempre verso la vibrofinitrice proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga sempre, parzialmente, al precedente, Si dovrà comunque evitare ogni scorrimento dell'impasto sotto le ruote del rullo. Si procederà inoltre con passaggi in diagonale.

Il secondo rullo, tandem, di tipo statico, del peso di 8 t. deve seguire più distante del primo, per la finitura della superficie. La sua velocità dovrà essere pari a circa 80 ml/minuto.

In ogni caso le modalità di costipamento da adottare dovranno essere tali da assicurare il prescritto addensamento in tutto lo spessore dello strato nonché l'adeguata finitura e sagomatura della sua superficie.

Inizialmente si procederà a costipare il giunto longitudinale con la striscia precedentemente stesa; si passerà quindi a rullare l'altro lato della nuova striscia, procedendo poi gradualmente verso il centro e tornando infine sul giunto longitudinale.

Questa operazione andrà ripetuta per ciascun rullo adoperato finché l'impasto non mostra più alcun addensamento al passaggio del rullo, per contro l'operazione dovrà essere interrotta se si manifesta una tendenza al dislocamento dell'impasto per temperatura troppo alta o alla fessurazione per temperatura troppo bassa.

Ogni passaggio del rullo dovrà essere sovrapposto per circa metà larghezza al passaggio precedente e le inversioni di marcia, in prossimità della finitrice, dovranno essere tutte sfalsate fra foro; gli spostamenti trasversali del rullo da un passaggio all'altro dovranno essere effettuati diagonalmente ad una sufficiente distanza dalla finitrice.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare che i rulli vengano arrestati sullo strato ancora caldo.

Nelle curve sopraelevare il costipamento deve essere eseguito iniziando dalla parte bassa e terminando in quella alta senza alcuna azione vibrante.

**g) Requisiti di accettazione del conglomerato bituminoso modificato**

Il conglomerato bituminoso modificato dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- La stabilità Marshall (prova Marshall Norme CNR B.U. n. 30/1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi per faccia dovrà essere superiore a kg. 1300.
- Lo scorrimento Marshall dovrà essere compreso fra 3 e 4 mm.
- La rigidità Marshall dovrà essere superiore a 400 kg/mm.
- I vuoti residui dovranno essere inferiori al 5%.
- Il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall di controllo, un permeometro a carico costante di 50 cm. di acqua, non dovrà risultare superiore a 10E-6 cm./sec.
- La stabilità Marshall dopo 24 ore di immersione dei provini in acqua distillata a 60°C (% del valore originale) dovrà essere superiore a 75.
- Qualora questo valore non venga raggiunto l'impasto potrà essere ugualmente accettato, a giudizio della D.L. purché il legante venga additivato con il dope di adesione ed in tal modo l'impasto superi la prova.
- La compattezza del conglomerato (sulla base del test di lavorabilità fatto utilizzando la pressa a compattazione giratoria) a 40 rotazioni deve essere compreso fra il 91% ed il 94%.

- La resistenza alle deformazioni plastiche permanenti (secondo le norme francesi) determinata con il test al simulatore di traffico deve essere inferiore al 10% a 1000 cicli ed al 20% a 3000 cicli.
- Resistenza alla trazione indiretta (CNR BU 134) che dovrà risultare  $\geq 11$  Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **h) Prove e controlli**

L'impresa ha l'obbligo di prestarsi a far eseguire, a sua cura e spese, presso Laboratori Ufficiali o comunque presso Laboratori preventivamente approvati dalla D.L. tutte le prove, in particolare quelle di impasto di qualificazione come previsto all'art. 86 le verifiche ed i controlli che la D.L. stessa riterrà, a suo insindacabile giudizio, di richiedere.

In particolare saranno richieste prove sperimentali sui campioni di inerti e di leganti per la loro accettazione, prove sui campioni di conglomerato prelevati all'atto della stesa del conglomerato stesso e prove su carote di materiale prelevate a lavori ultimati.

In specifico saranno eseguite le seguenti prove e controlli:

##### **h.1) Prove e controlli preliminari**

- Prelievo di campioni dagli inerti da impiegare delle varie granulometrie prescelte.
- Analisi granulometrica dei campioni e determinazione della massa volumica reale dei materiali mediante il metodo dei picnometri.
- Preparazione di n. 4 diversi campioni di conglomerato con l'impiego di bitume modificato utilizzando diverse curve granulometriche, modificando le percentuali del legante, del filler ecc.
- Effettuazione sui suddetti n. 4 campioni di tutte le prove normalmente finalizzate, ad accertare il rispetto dei requisiti indicati ed inoltre, a discrezione della D.L. del test di lavorabilità da eseguirsi con la pressa a compattazione giratoria e del test di ormaitura con il simulatore di traffico.

##### **h.2) Prove e controlli in corso d'opera**

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

##### **h.3) Prove e controlli a lavori ultimati**

A distanza di circa 15 giorni dalla posa in opera del conglomerato saranno effettuati prelievi di campioni dalla pavimentazione eseguita, mediante carote o tasselli per il controllo delle seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (CNR B.U. n. 38 del 21/03/1973, estrazione "quantitativa");
- caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR B.U. n. 133 del 14/12/1991, estrazione "qualitativa");
- granulometria degli aggregati;
- natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
- volume % dei vuoti residui, che dovrà sempre risultare inferiore al 5%, stabilità e scorrimento Marshall corrispondenti ricavati dal diagramma della relazione fra i primi due parametri, risultante dalle prove di controllo preliminare;
- la "densità" (= peso di volume) determinati secondo le Norme CNR B.U. n. 40 che non dovrà essere inferiore al 98% della "densità" dei provini Marshall ;

- il coefficiente di aderenza trasversale (CAT), misurato con le apparecchiature SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n. 147 del 14/12/1992 che dovrà sempre risultare superiore a 60);
- la tessitura geometrica (HS) intesa come macrorugosità superficiale misurata mediante il misuratore 'mini texture meter' (WDM-TRRL) o mediante il SUMMS dovrà risultare sempre  $> 0,4$ .
- Tale valore sarà determinato utilizzando le normali procedure di prove e nel rispetto delle indicazioni della D.L.
- il valore di S.R.T. (skid resistance tester) che dovrà essere sempre superiore a 70.

### **ART. 37** **MISCELE CON MATERIALI DA RICICLARE**

La miscela di materiale da riciclare e inerti freschi aggiunta sarà tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che si vuol costituire (base, binder, usura) nelle specifiche norme tecniche per il materiale fresco. per valutare il valore di legante, la percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare varrà la procedura seguente. Si determina la percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali freschi e da riciclare)

$$Pt = 0,035 A + 0,045 B + CD + F$$

Essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume  
in peso sul conglomerato

A = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2,38 mm)

B = % di aggregato passante al n. 8 e trattenuto al N.  
200 (0,074)

C = % di aggregato passante al N. 200

D = 0,15 (per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15)

D = 0,18 (per un passante al n. 200 compreso tra 6 e 10)

D = 0,20 (per un passante al N. 200  $< 5$ )

F = parametro compreso normalmente tra 0,7 e 1, variabile in  
funzione dell'assorbimento degli inerti

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

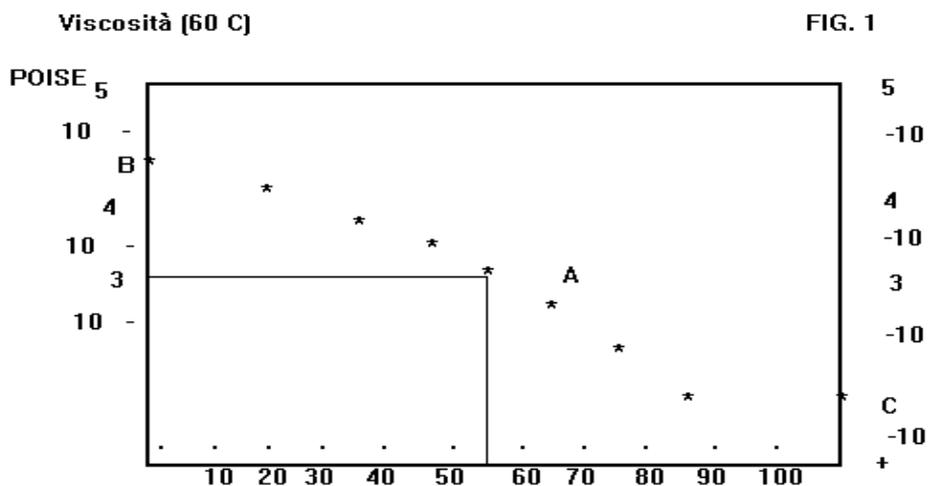
$Pn = Pt - (Pv.Pr)$  in cui:

Pv = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti)

Pr = valore decimale della percentuale di materiale riciclato

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- Viscosità del legante totale a 60 gradi non dovrà superare i 2000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto \* (B) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60 gradi) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma di Figura 1



% Legante nuovo rispetto al legante totale (Pn/Pt')

Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di Pn/Pt ed il valore della viscosità di 2000 poise, l'intersezione della retta B A con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, dovrà ricorrere a miscela bitume-rigenerante. Si ricorda che viscosità a 60 gradi di un bitume CNR 80/100 è 2000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma di viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante;

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 7% in peso;

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 14% in peso.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria. La miscela di bitume nuovo e rigenerante nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesioni determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points ed Chaussees".

I risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori di Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il prospetto delle miscele potranno essere stabiliti dalla Direzione Lavori utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (Norma CNR).

Il parametro J1 dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato) mentre per lo Jp a 40 gradi C viene fissato il limite superiore di  $20 \times 10^{-6}$  cmq/da N.s.

#### Per il controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le richieste dei conglomerati tradizionali Art. 84 E) per lo strato di base e Art. 85 E) per lo strato di collegamento.

#### Formazione e confezione degli impasti

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati del tipo a tamburo essiccatore-mescolatore, con dispositivo di riscaldamento tale da contenere al minimo i danni al bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature e (quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera delle miscele. la temperatura rilevata all'uscita del tamburo dovrà essere inferiore a 140 gradi.

L'umidità residua, all'uscita dell'essiccatore mescolatore, del conglomerato riciclato non dovrà superare lo 0,5%.

L'impianto dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assorbimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile ad ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo computerizzato dei dosaggi (compreso quello delegante).

L'impianto dovrà essere dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, etc.

#### Posa in opera degli impasti

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali Art. 84 G) e Art. 85 G).

### **ART. 38 SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali trasversali ed altri segni rispondenti alle disposizioni di cui all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. 285/1992), ed alle caratteristiche di colore, forma e dimensione di cui al Titolo II, Capo II, Paragrafo 4 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495.

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzata traccia linee a spruzzo semovente alla temperatura dell'aria compresa tra  $+10^{\circ}$  e  $+40^{\circ}$ . I bordi delle strisce, linee arresto, zebraure scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta. Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

La vernice dovrà corrispondere in linea generale ai registri espressi nella norma UNI 1436 maggio 1998.

La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essicamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

#### a) Condizioni di stabilità

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo o similare.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica non inferiore al 15% ; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta ne diventare gelatinosa od ispessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1.2 e 1.5 mq/kg (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a kg 1.50 per litro a 25 °C (ASTM D 1473).

#### b) Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1.90 usando per la determinazione del metodo della immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a ph 5-5.3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 33 ed il 40%. Mentre per la vernice postspruzzata tale percentuale sarà inferiore al 15% premiscelata poi le perline saranno spruzzate in ragione di 60g/mq.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

<i>Setaccio A.S.T.M.</i>	<i>% in peso</i>
Perline passanti per il setaccio n. 70	100%
Perline passanti per il setaccio n. 140	15-55%
Perline passanti per il setaccio n. 230	0-10%

#### c) Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

#### d) Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a 0.100 kg/ml di striscia larga centimetri 15 e di 1.00 kg/mq per superfici variabili da 1.3 a 1.4 mq.

In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 e 40 °C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30 minuti dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

#### e) Viscosità

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo storer viscosimeter a 25 °C espressa in umidità Krebs sarà compresa tra 70 e 50 (A.S.T.M.D 562).

#### f) Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto. bianco RAL 9016, giallo RAL 1007 del Registro Colori 840. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Stazione Appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

g) Residuo

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

h) Contenuto di pigmento

Il contenuto di biossido di titanio rutilo (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 15% in peso e quello cromato di piombo o sostanza alternativa (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

i) Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

j) Coordinate cromatiche

Le coordinate cromatiche misurate mediamente sul materiale illuminato dalla luce del giorno attraverso uno spettrofotometro devono trovarsi all'interno della zona definita del diagramma CIE 1931 (Illuminante D65 – Geometria 45/0) per il colore bianco catarifrangente.

	1	2	3	4
X	0,335	0,305	0,285	0,375
Y	0,335	0,305	0,285	0,375

Per il colore giallo si prescrive un quadrante di tolleranza maggiormente esteso di quello previsto dal diagramma CIE predetto secondo le seguenti coordinate:

	1	2	3	4
X	0,443	0,545	0,465	0,389
Y	0,399	0,455	0,535	0,431

k) Fattore di illuminanza, retroriflettenza

Il fattore di luminanza misurato sul materiale illuminato della luce del giorno attraverso uno spettrofotometro, deve risultare mediamente > 0,50 per il colore bianco e > 0,30 per il colore giallo.

I valori sopraindicati dovranno essere mantenuti per tutta la durata della garanzia.

Il valore delle retroriflettenza misurato mediamente dopo 20 giorni dalla stesura non deve essere inferiore ai 200 mcd/lux per mq.

l) Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10.mo ed il 30.mo giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

## **ART. 39 SEGNALETICA VERTICALE**

Tutti i segnali stradali, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere conformi per tipi, forme, dimensioni, colori e caratteristiche alle prescrizioni del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16 dicembre 1992 n. 495 ed alle relative figure e tabelle allegate che ne fanno parte integrante.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Impresa, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/h.

#### A) PELLICOLE

La pellicola retroriflettente deve avere le caratteristiche specificate nel D.M. 31/03/1995 e 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 sagomata secondo la forma del segnale. La realizzazione a "pezzo unico" si riferisce a triangoli e dischi della segnaletica di pericolo, di divieto e di obbligo.

Per quanto riguarda la segnaletica di indicazione (frecce, preavvisi di bivio, ecc.) dovrà essere anch'essa interamente retroriflettente sia per ciò che concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo stesso schema di colori con i quali appaiano di giorno.

In ogni caso l'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni deve essere tale da garantire la distanza di leggibilità prevista dal Codice della Strada.

Tutti i segnali, a richiesta della Direzione dei Lavori, potranno essere realizzati interamente in pellicola retroriflettente avente le caratteristiche di classe 2 rimanendo fisse le modalità di esecuzione già sopra descritte e relative ai segnali a "pezzo unico" ed a quelli di indicazione.

Oltre ai segnali da realizzare obbligatoriamente con pellicola ad elevata efficienza classe 2 secondo quanto prescritto dalle vigenti normative in materia, anche tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola retroriflettente di classe 2 su richiesta della Direzione Lavori.

I segnali di preavviso potranno essere richiesti anche con pellicola superiore alla classe 2, tipo "Diamond Grade" per avere una maggiore riflessione, considerata l'importanza della indicazione immediata. Tale pellicola dovrà comunque avere la relazione delle prove effettuate da un laboratorio riconosciuto.

Quando i segnali di indicazione ed in particolare le frecce di direzione siano del tipo perfettamente identico la Direzione Lavori potrà richiederne la realizzazione, interamente o parzialmente, con metodo serigrafico, qualora valuti che il quantitativo le giustifichi in termini economici.

Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno, essere applicate sui rapporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutta l'azione combinata della depressione e del calore.

Le pellicole retroriflettenti autoadesive dovranno essere applicate con tecniche che garantiscono che la pressione necessaria all'adesione della pellicola-supporto sia stata esercitata uniformemente sull'intera superficie. Comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole.

Le pellicole esposte verticalmente all'esterno devono mantenere l'efficienza per 7 anni se in classe 1 mentre per 10 anni se in classe 2 ad alta rifrangenza o superiore su richiesta della Direzione Lavori

#### B) SUPPORTI IN LAMIERA

I segnali saranno costituiti in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 3 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 3 di superficie.

*Rinforzo perimetrale* - Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a cm 1.50;

*Traverse di rinforzo e di collegamento* - Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di mq 1.50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di cm 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

*Traverse intelaiature* - Dove necessario sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni. Tali traverse dovranno essere complete di staffe d'attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria; le dimensioni della sezione della traversa saranno di mm 50 x 23, spessore di mm 5.00, e la lunghezza quella prescritta per i singoli cartelli. La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni. La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

*Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni* - Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari

anticorodal da millimetri 20 x 20 e di spessore mm 3.00, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura) - La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici. Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo. La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 °C. Il retro e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

#### C) ATTACCHI

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diametro mm 60-90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C" della lunghezza minima di cm 22, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria in acciaio inox.

#### D) ISCRIZIONI SUL RETRO DEI SEGNALI

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante, l'anno di fabbricazione del cartello, e l'Ente proprietario della strada con l'aggiunta di eventuali altre iscrizioni che la D.L. riterrà opportune ed in conformità al Nuovo Codice della Strada.

#### E) SOSTEGNI

##### Caratteristiche generali

I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità del vento di Km./h 150, pari ad una pressione dinamica di 140 Kg/mq. e comunque nel rispetto di:

- NTC 2008 di cui al DM 14/01/2008 e relativa circolare esplicativa;
- C.N.R. 10011/85: "Costruzioni di acciaio: istruzioni per il calcolo l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- C.N.R. 10022/84: "Profilati formati a freddo: istruzione per l'impiego nelle costruzioni".

##### Sostegni a palo

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diametro mm 60-90 spessore minimo mm. 2,5 dotati di dispositivo antirotazione, chiusi alla sommità da cappellato in plastica ad incastro e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123, ovvero in sezione ad U delle dimensioni 100x50x5 e poi verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4.20 e 8.00 kg/m e per le piantane ad U non meno di 7.85 kg/m.

Il dimensionamento e tipo dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dall'Impresa.

Fondazioni e posa in opera:

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio classe 250.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'Impresa tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di 150 km/h.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e sarà ed esclusivo carico e spese dell'Impresa ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

#### Sostegni a portale

I sostegni a portale, attraversanti (a cavalletto) o sovrastanti (a bandiera o a farfalla) la sede stradale, saranno realizzati in acciaio del tipo F<sub>e</sub> 510 con carico di snervamento non inferiore a 355 N/mm<sup>2</sup>.

Il trattamento protettivo sarà costituito da una profonda zincatura a caldo in bagno di zinco in vasca secondo le norme UNI ASTM 123 evitando l'effetto "Sendelin" (norme UNI 5744/66) con quantità di silicio inferiore a 0,04% oppure compreso tra 0,14 e 0,24% oltre a quanto di seguito specificato.

Le strutture potranno essere di due tipi:

- a) strutture aventi ritti e trave a doppia briglia in tubolare a sezione quadrata;
- b) strutture aventi ritti e trave a doppia briglia in profilati HEA UNI/5397/64 ed IPE UNI 3598/64.

#### Strutture del tipo a)

Le strutture aventi ritti e trave a doppia briglia in tubolare a sezione quadrata potranno essere del tipo:

1. portale a cavalletto: ritti da mm 300x300x10 trave da mm 300x300x5;
2. portale a farfalla: ritto da mm 300x300x10 trave da mm 300x300x5;
3. portale a bandiera: ritto da mm 400x400x7 trave da mm 300x300x5;

Le strutture, i pali di sostegno di tutti i segnali stradali, dopo la zincatura a caldo dovranno essere debitamente sgrassati, trattati con apposito aggrappante e verniciati con smalto a finire nel colore grigio antracite del tipo RAL 7016 o altro a discrezione della D.L.

#### Strutture del tipo b)

Le strutture aventi ritti e trave a doppia briglia in profilati HEA UNI/5397/64 ed IPE UNI 3598/64 potranno essere del tipo:

1. portale a cavalletto: ritti HEA 320 mm 300x310 sp=15.50 trave IPE mm 300x150 sp = 7.10
2. portale a farfalla: ritto HEA 320 mm 300x310 sp=15.50 trave IPE mm 300x150 sp = 7.10
3. portale a bandiera: ritto HEA 400 mm 300x390 sp=19.00 trave IPE mm 150x 75 sp = 6.30

Le strutture, dopo la zincatura a caldo, e ad installazione avvenuta, verranno completate con un rivestimento sia dei ritti che della trave in alluminio 15/10 preverniciato con smalto del colore richiesto dalla D.L.. La lamiera verrà opportunamente piegata a "C" con modanatura sui terminali onde consentire l'accoppiamento a scatola e la rivettatura.

Le strutture avranno l'altezza dei ritti tale da consentire un franco utile minimo di 5.50 metri dal piano viabile delle targhe installate.

Le traverse saranno collegate ai ritti mediante flangiatura.

Il fissaggio alla fondazione è previsto con flangiatura delle piastre di base alla contropiastra mediante tirafondi annegati nel calcestruzzo.

La bulloneria di assemblaggio delle strutture sarà in acciaio inox.

Le misure sopra riportate circa le sezioni e gli spessori, sono da ritenersi orientative essendo che, comunque, i calcoli di stabilità delle strutture dovranno essere eseguiti dall'Impresa mediante tecnici specializzati ed abilitati, secondo le vigenti disposizioni di legge, e per una spinta dovuta all'azione del vento a 150 km/h. L'Impresa sarà responsabile circa la stabilità delle strutture progettate ed installate, per un periodo di 10 anni dalla data del Certificato di regolare esecuzione.

### **ART. 40 BARRIERE STRADALI (GUARD-RAIL)**

Le barriere di sicurezza verranno installate, secondo le disposizioni di progetto, nei cigli della piattaforma stradale o delle opere d'arte, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede.

Le barriere dovranno rispettare tutte le norme di legge in materia, fra cui:

- *DM 223/1992 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" (e successivi aggiornamenti di cui al DM 15/10/1996, al DM 03/06/1998, al DM 11/06/1999, al DM 02/08/2001, al DM 23/12/2002 ed al **DM 21/06/2004**);*

- *D.M. 28/06/2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale";*
- *Circolare del Min. Infrastrutture e Trasporti del 21-07-10;*
- *norma UNI EN 1317.*

Le barriere dovranno avere caratteristiche prestazionali analoghe, per le singole classi di appartenenza, a quelle riportate al DM 03/06/98 e successivi, ed essere dotate di Certificato di Conformità e marcatura CE; tale marcatura deve indicare che il prodotto è conforme alla norma EN 1317 parte 5 relativa ai sistemi di contenimento dei veicoli.

Il simbolo della marcatura CE deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sulla barriera di sicurezza stradale, oppure, quando questo non è possibile, sull'etichetta, sulla confezione o sui documenti commerciali di accompagnamento.

Dal simbolo di marcatura CE dovranno evincersi:

- il n° identificativo dell'organismo di certificazione;
- l'identificazione del produttore;
- il n° del certificato CE e l'anno di emissione;
- la norma di riferimento ed il Tipo della barriera;
- le prestazioni in caso d'urto;
- i materiali ed altri dati relativi alla barriera;

Gli accertamenti da parte del Direttore Lavori consisteranno in un controllo della conformità del prodotto alla norma CE, in una verifica della corretta installazione, del buono stato dei materiali e del rispetto delle disposizioni progettuali come tipologia e classe delle barriere, loro posizionamento, conformità dei supporti alle disposizioni progettuali (soletta o cordolo in c.a per dispositivi bordo ponte, banchine stradali per dispositivi bordo laterale).

Ai sensi dell'art. 5 del D.M. 21/06/04, a fine lavori l'installatore dovrà produrre un certificato attestante la corretta installazione del dispositivo, tale certificato dovrà essere sottoscritto dal Direttore Lavori.

#### RINGHIERE PARAPETTI

Saranno costituiti da montanti INP in acciaio zincato a caldo, posti in opera su fori predisposti o mediante piastre di ancoraggio, compreso bulloni di fissaggio, posti ad interessi non superiore a 1,50 m e con 3 tubolari Ø 48 di spessore 2,5 mm anch'essi zincati a caldo.

Il corrente superiore dovrà essere posizionato a distanza non inferiore di 1.00 m dal marciapiede ed il corrente inferiore a distanza non maggiore di 0,20 m dal marciapiede.

### **ART. 41**

#### **IMPIANTI ELETTRICI E DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE – PRESCRIZIONI GENERALI**

In merito all'esecuzione delle opere di cui al presente articolo, mentre si richiama da parte dell'impresa la scrupolosa osservanza di tutte le prescrizioni in materia di elettrodotto, di prevenzione infortuni e di circolazione stradale ed inoltre l'osservanza per gli incroci e gli attraversamenti di linee telegrafiche o telefoniche ed elettriche e per le linee ad esso parallele, di tutte le prescrizioni vigenti in proposito, nonché le distanze e le protezioni stabilite dalle norme stesse, si prescrive quanto segue:

##### **A) SCAVI PER LA POSA DI CONDUTTORI E RINTERRI**

Gli scavi entro cui verranno adagiati i conduttori dovranno avere la precisa profondità ed ubicazione indicate negli elaborati progettuali o dalla D.L.;

I cavi devono essere alloggiati in tubo di plastica dello spessore e diametro indicati in progetto, dall'elenco prezzi o dalla D.L.;

Il tubo dovrà essere rinfiancato da un massetto di calcestruzzo delle dimensioni previste, in relazione al diametro adottato, in progetto o dall'elenco prezzi;

Gli scavi, ove occorra, per la natura del terreno, per falde acquifere opere motivi di traffico, dovranno essere accuratamente sbadacchiati con tavolame, puntelli, cunei, posati in modo da non intralciare il lavoro di installazione dei cavi; tali oneri sono da considerarsi compresi nei pressì di elenco;

Gli scavi dovranno essere riempiti col materiale rimosso avendo cura di iniziare il rinterro dapprima col materiale più minuto indi col restante;

Le materie dovranno essere accuratamente pilonate a strati dello spessore di cm.20, parte di quelle esuberanti al riempimento dovranno essere accumulate sullo scavo stesso in modo da formare un rilevato regolare avente l'asse verticale corrispondente alla linea del conduttore.

A rinterro avvenuto il materiale eccedente dovrà essere trasportato a rifiuto o oppure, qualora idoneo a giudizio della D.L., potrà essere riutilizzato con le prescrizioni e gli oneri stabiliti nel presente capitolato riguardo la movimentazione di materie;

Il riempimento ed il rinterro sopra citati si riferiscono a tratti di scavo ben determinato e preventivamente fissato dalla D.L.; in tutti gli altri casi restano salve le prescrizioni per i ripristini stradali, si procederà all'esecuzione della sovrastruttura stradale;

Resterà però sempre a carico dell'Impresa qualunque responsabilità a provvedimento necessario per mantenere o deviare la viabilità ed il regolare smaltimento delle acque;

Sono inoltre a carico dell'Impresa tutte le spese per deviazione ed esaurimento dell'acqua dagli scavi con qualsiasi mezzo anche nel caso che si dovesse ricorrere all'uso continuo delle pompe, dovendo l'Impresa provvedere alla posa dei conduttori all'asciutto.

#### B) COMPOSIZIONE DI MALTE ED IMPASTI

Le malte ed impasti da utilizzarsi nel corso dei lavori dovranno avere le seguenti composizioni:

malte di cemento per pozzetti: cemento 325-qli.3,50, sabbia 1 mc.;

malte di cemento per intonaci pozzetti, cemento 325-qli.4, sabbia 1 mc.;

calcestruzzo con blocchi e getti in cunicolo, cemento 325-qli.2,50, sabbia 0,400 mc ghiaia 0,800 mc.;

calcestruzzo per chiusini stradali, cemento 325-qli.3,50, sabbia e ghiaia come sopra.

I conglomerati di cui sopra dovranno rispondere alle vigenti norme sui leganti idraulici di cui ai D.R. 16.11.1939 n. 2228, D.R. 16.11.1939 n 2229, D.M. 3.6.1968 e successive modificazioni per l'accettazione e l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato.

#### C) BLOCCHI DI FONDAZIONE E DI ANCORAGGIO DEI PALI

Si prescrive che i blocchi di fondazione siano eseguiti con cassaforma da sfilare ad avvenuta presa del getto.

I medesimi dovranno essere di forma perfettamente regolare, con superfici in vista a forma di punta di diamante, se non esiste collarino di base al sostegno, esattamente rivestita con intonaco liscio.

Il getto dovrà contenere in corrispondenza della finestrella dei cavi, idoneo spezzone di tubo P.V.C. per l'inserimento dei cavi stessi.

La sigillatura dello spazio anulare fra palo e blocco sarà da eseguirsi con sabbia di fiume, con esclusione della corona superiore che dovrà essere riempita, limitatamente ad uno spessore di 4 cm., con malta di cemento.

Particolare cura dovrà aversi nell'allineamento dei blocchi, poichè a lavori ultimati i pali dovranno risultare oltre che perfettamente piombati anche in perfetto allineamento e ciò compatibilmente con l'andamento della strada.

#### D) MESSE A TERRA

I pali, le cassette, ecc., saranno da collegarsi a terra a mezzo di treccia in rame nudo da 16 mmq. fissata al corpo che si intende scaricare mediante bullone in ottone sbiancato.

Per le parti metalliche detto bullone dovrà essere fissato ad una linguella in ottone oppure a dado saldato al corpo stesso.

Il fittone conterà di un profilato di ferro ad L da mm.50x50x5, zincato a bagno della lunghezza non inferiore a ml. 1,20.

Il collegamento fra treccia e fittone sarà da eseguirsi nella stessa maniera più sopra descritta;

In ambedue i casi si dovrà interporre idoneo capocorda con giunzione a morsetti, il tutto saldato a stagno.

La treccia di rame per la messa a terra dei pali o candelabri potrà essere, a seconda del gradimento della Ditta, o annegata nel blocco, oppure contenuta entro proprio cunicolo.

Non verranno prese in consegna, nè si provvederà alla loro contabilizzazione, messe a terra aventi resistenza superiore a 20  $\Omega$ , qualunque sia il valore dell'eccedenza.

Verificandosi tale caso la Ditta è libera di eseguire a sue spese tentativi di miglioramento installando altri fittoni di maggiori dimensioni, ma in ogni caso, non verranno riconosciuti compensi particolari.

#### E) CONDUTTORI

I principi a cui ci si deve uniformare nella posa in opera dei conduttori e nel relativo collegamento dei punti luce, sono i seguenti:

l'alimentazione dell'impianto deve essere fatta in modo tale che il carico sia uniformemente distribuito sulle 3 fasi;

si deve avere nel contempo un regolare e ricorrente collegamento dei punti luce tra fase e neutro per impianti a 380 V concatenati, e tra fase e fase per impianti con tensione concatenata di 220 V.

Nelle linee di alimentazione sottostradali i conduttori di sezione inferiore od uguale a 6 mmq. devono essere in cavo multipolare sezionato in tronchi atti a collegare due morsettiere di punti luce contigui; per le sezioni superiori ai 6 mmq. si devono usare cavi unipolari.

E' assolutamente vietato eseguire giunzioni nei conduttori siano essi sottostradali aerei o in montanti.

Quando non è possibile effettuare derivazioni ancorate direttamente alla morsettiera di un punto luce, si deve fare uso di scatole di derivazione a tenuta stagna da alloggiarsi in apposito pozzetto.

A protezione dei cavi si porranno canalizzazioni in tubo di plastica con rinfiancatura in terra o cls secondo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto e nell'elenco prezzi, ed in ogni caso secondo le indicazioni della D.L. Qualora sia previsto il rinfianco in terra, questo dovrà avvenire a strati ben pilotati, così come il riempimento superiore in terra.

Nei montanti si devono usare tubi mannesmann in acciaio zincato con raccordi eseguiti a mezzo di manicotti filettati.

Nel caso di attraversamento di linee telefoniche o telegrafiche sottostradali si deve usare, a protezione del cavo da posare, tubo in ferro annegato in calcestruzzo, adottando tutti gli accorgimenti richiesti dalla Direzione Lavori.

Nella posa e nell'inserimento dei cavi nei cunicoli, dovrà essere usato ogni accorgimento al fine di non provocare stiramento nel rame e lesioni nel materiale isolante oppure alla guaina esterna.

I cavi in aereo sostenuti da fune o da parete di fabbricati dovranno essere fissati a mezzo di fascette con gancio, in lamiera zincata ad orli ripiegati, poste alla distanza massima di cm.25 l'una dall'altra.

I conduttori aerei saranno, come i cavi, privi di giunzione in campata; le giunzioni saranno ammesse esclusivamente in sede di isolatore portante previo ammaraggio dei due tronconi da collegarsi mediante morsetto a losanga con giunzione britannica.

Le campate dei conduttori dovranno formare una catenaria avente freccia massima pari all'1% della campata stessa.

Il conduttore verrà fissato con ammaraggio ad idonei isolatori mediante legatura con filo di rame ricotto del  $\phi$  30/10 eseguita a perfetta regola d'arte.

Nei conduttori in aereo ogni singola diramazione dovrà essere provvista di appropriata valvola con fusibile.

#### F) SOSPENSIONI

Le sospensioni porta linee e porta armature dovranno essere calcolate per i rispettivi carichi e campate, considerando inoltre i prescritti coefficienti di sicurezza. La sospensione sarà fissata all'estremità da due ganci in ferro sovrapposti, di cui l'inferiore dovrà resistere normalmente alla tensione della fune, mentre il superiore servirà di ancoraggio ad una fune di sicurezza che sarà fissata alla fune principale alla distanza di ml.1,00 dall'estremità. In ogni sospensione saranno impiegati due isolatori a noce di sufficiente grossezza, un manicotto tenditore a doppia vite proporzionato al diametro della fune, numero due redance a gola in ferro zincate e di morsetti a cavallotto in acciaio zincato in ragione di tre per ogni giunzione o raddoppio di fune.

Alla sospensione od in corrispondenza dell'asse stradale saranno applicati i carrelli in ferro zincato per sostegno delle armature ed eventualmente delle linee. I ganci e gli occhielli saranno in ferro tondo

fucinato del  $\phi$  non inferiore a 12 mm. con parte terminale a zanca della lunghezza della parte rettilinea di cm.16.

Gli occhielli o i ganci saranno murati per almeno cm.12 nei paramenti murari, previa constatazione che la muratura sia di buona consistenza, di spessore sufficiente, ed atta a garantire la sicurezza del sostegno.

Il foro da praticarsi sarà eseguito a coda di rondine, alla sigillatura si provvederà con malta di cemento o sabbia granita, con costipamento di scaglie di mattone.

Nell'esecuzione di detti lavori l'appaltatore dovrà curare di non arrecare alcun danno sia materiale che estetico alle proprietà.

L'imbrattamento e la manomissione del paramento murario dovrà essere accuratamente ritoccato con tinteggiatura in accompagnamento a quella del parametro murario manomesso. Un idoneo rosone in ghisa preventivamente inserito nel gambo del gancio e dell'occhiello schermanà la sigillatura del foro. Le suddette prescrizioni si intendono riferite a qualsiasi altro genere di corpo da applicarsi a muri di fabbricati sia pubblici che privati.

#### G) FERRO LAVORATO

Il ferro lavorato per costruzione di mensole, paline, gambi per isolatori, carrelli per linea e porta armature, staffe, collari, ecc. dovrà essere accuratamente lavorato e zincato a caldo secondo le norme stabilite dal C.E.I. o verniciato secondo le direttive della D.L. E' escluso il ferro tubolare per la sagomatura dei bracci portalampada i quali verranno invece protetti da una passata di minio e due di vernice ad olio e colore.

#### F) ALLINEAMENTO CORPI ILLUMINANTI

L'impresa dovrà avere la massima diligenza e cura affinché i corpi illuminanti risultino a lavoro ultimato perfettamente allineati sia in direzione che in altezza.

### **ART. 42 OPERE A VERDE**

L'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che possano verificarsi prima degli impianti a verde, le riprese saranno profilate con la inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

#### a) Semine

In tutti quei settori delle scarpate dei rilevati indicati dalla Direzione Lavori sui quali eseguire il rivestimento con manto vegetale esso dovrà essere ottenuto mediante semine di specie foraggere in modo da costituire una copertina con le caratteristiche del prato prolifico stabile.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate, è prescritto in 120 Kg.

I miscugli di sementi da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dal prospetto che segue:

SPECIE	Tipo di miscuglio
--------	-------------------

	1	2	3	4	5
	Kg/ha				
Lolium italicum					
Lolium perenne	--	23	14	30	--
Arrhenatherum elatius	30	--	--	--	20
Dactylis glomerata	3	25	14	12	--
Trisetum flavescens	7	5	3	--	--
Festuca pratensis	--	--	28	20	--
Festuca rubra	10	7	9	6	--
Festuca ovina	--	--	--	--	6
Festuca heterophila	--	--	--	--	9
Phelum pratense	--	7	7	12	--
Alopecurus pratensis	--	12	11	16	--
Cynosurus cristatus	--	--	--	--	3
Poa pratensis	3	23	18	4	2
Agrostis albo	--	6	4	4	--
Anthoxanthum odoratum	--	--	--	--	1
Bromus erectus	--	--	--	--	15
Bromus inermis	40	--	--	--	12
Trifolium pratense	8	5	6	4	--
Trifolium repens	--	7	4	--	--
Trifolium ibridum	--	--	--	6	--
Medicago lupulina	3	--	--	--	6
Onobrychis sativa	--	--	--	--	40
Anthyllis vulneraria	10	--	--	--	3
Lotus corniculatus	6	--	2	6	3
Sommano kg.	120	120	120	120	120

In particolare i vari miscugli sopra riportati, saranno impiegati nei diversi terreni a seconda delle caratteristiche degli stessi e precisamente:

- Miscuglio n.1: in terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano.
- Miscuglio n.2: in terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili.
- Miscuglio n.3: in terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili.
- Miscuglio n.4: in terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi.
- Miscuglio n.5: in terreni di medio impasto, in clima caldo e secco.

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire. Ogni variazione nella composizione dei miscugli, dovrà essere ordinata per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelievo di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà venir effettuata a spaglio a più passante per gruppi di semi di volume e peso quasi uguali, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venir battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura. Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta. E' a carico della Impresa l'onere dell'eventuale necessario ampliamento sino al completo attecchimento.

b) Protezione di scarpate mediante viminate

Nei tratti di scarpate, ove il terreno si presenti di natura argillosa e ove si prevedano facili smottamenti, l'Impresa dovrà effettuare l'impianto di talee di *Hedera helix* o di *Lonicera sempervirens*, secondo tutte le norme previste nei commi precedenti e provvedendo inoltre ad effettuare l'impianto di graticciate verdi per consolidamento temporaneo, allestite in modo da evitare lo smottamento della falda.

La graticciata risulterà formata da cordone unico, continuo, salvo eventuali interruzioni per grossi trovanti lasciati in posto, e risulterà inclinata rispetto alla linea d'orizzonte di circa 25-30°; la distanza fra cordonata e cordonata sarà di m. 1, 20, salvo diverse indicazioni impartite dalla Direzione Lavori.

La graticciata in particolare sarà formata con i seguenti materiali:

- a) Paletti di castagno: della lunghezza minima di m. 0, 75 con diametro in punta di cm. 6. Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza di m.0, 60, in modo che sporgano dal terreno per 15 cm. e disposti a m. 2, 00 da asse ad asse.
- b) Paletti di salice: della lunghezza minima di m. 0, 45 e del diametro di cm.4 in punta, infissi nel terreno per m. 0, 30 in modo che sporgano dal terreno per cm. 15. Essi saranno messi alla distanza di m. 0, 50 da asse ad asse, nell'interspazio tra un paletto di castagno e l'altro.
- c) Talee di salice: della lunghezza media di m. 0, 40 e del diametro di cm. 2, infisse nel terreno per la profondità di cm. 25, in modo che sporgano dallo stesso per soli 15 cm. Esse saranno disposte su due file nel numero di 6 per ogni 50 cm. di cordonata, rispettivamente fra un paletto di castagno e uno di salice, oppure fra due di salice, con distanza media, fra fila e fila, di 10 cm.
- d) Verghe di salice: da intrecciarsi a mo' di canestro, tra le talee di salice e i paletti di castagno e di salice, in modo da formare doppio graticciato con camera interna. Le verghe di salice saranno della lunghezza massima possibile e di diametro massimo di cm. 2 alla base.

La graticciata verde sarà intrecciata in opera previo scavo di un solchetto dell'ampiezza di cm. 10x10, lungo la cordonata. L'intreccio dei rami di salice dovrà risultare di cm. 25 di altezza di cui cm. 10 entro terra. Dopo effettuato l'intreccio delle verghe, l'Impresa avrà cura di effettuare l'interramento a monte ed a valle del solchetto, comprimendo la terra secondo il piano di inclinazione della scarpata ed avendo cura di sistemare, nello stesso tempo, la terra nell'interno dei due intrecci.

Le viminate potranno essere costituite, secondo ordine della Direzione Lavori, da un solo intreccio. In tal caso i paletti di castagno saranno infissi alla distanza di m. 1 da asse ad asse, mentre l'altro materiale sarà intrecciato e sistemato come nel caso delle viminate doppie.

### **ART. 43 PALIFICATE**

- a) **PALI PREFABBRICATI**: i pali prefabbricati C.L.S. armato del tipo approvato dalla D.L., verranno di norma affondati verticalmente, salvo diversa prescrizione stabilita in progetto: ogni palo che si spezzasse o deviasse durante l'infissione, dovrà essere asportato e sostituito da altro idoneo, a cura e spese dell'Impresa.

I pali dovranno essere battuti a rifiuto con maglio di potenza adeguata.

Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio (volata), cadenti successivamente dalla stessa altezza, non supererà il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo deve offrire.

Durante la battitura la testa dei pali dovrà essere munita di ferro o ghiera, speciali cautele dovranno essere adottate, a cura e spese dell'Impresa, per impedire lesioni, scheggiature e guasti in genere, prima e durante la infissione.

A giudizio della D.L. i pali non idonei dovranno essere rimossi e sostituiti con altri, sempre a totale cura e spese dell'Impresa.

Prima di procedere all'approvazione della palificata, la D.L. potrà richiedere all'Impresa l'infissione di uno più pali di prova, allo scopo di determinare, in base al rifiuto, la capacità portante le infissioni di prova verranno compensate con i prezzi di Elenco.

Le ultime volate dovranno sempre essere battute in presenza di un incaricato della D.L..

In uno speciale registro, che verrà firmato giornalmente da un incaricato dell'Impresa, sarà annotata, giusta le constatazioni da eseguirsi in contraddittorio, la profondità raggiunta da ogni singolo palo, il rifiuto presentato dallo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere. L'Impresa non potrà in alcun caso recidere il palo senza averne avuta autorizzazione dalla D.L.

- b) **PALI BATTUTI:** per le palificate eseguite con pali speciali in conglomerato cementizio costruiti in opera, la preparazione del vano destinato all'accoglimento degli impasti dovrà avvenire senza alcuna asportazione di terreno.

La infissione del tubo-forma verrà effettuata per trascinamento mediante i ripetuti colpi di un maglio di adeguato peso (tonn.2-4) cadente, da conveniente altezza, su un tappo di C.L.S., a consistenza appena umida, collocato nel fondo del tubo-forma.

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

Ultimata l'infissione del tubo-forma, si procederà innanzitutto alla formazione di un cospicuo bulbo di base in C.L.S. ordinario, versato quasi all'asciutto mediante l'energica pigiatura dell'impasto e, successivamente, alla confezione del fusto, costipando sempre energicamente il conglomerato.

Eventuali armature metalliche interessanti in tutto o in parte la lunghezza del palo, andranno collocate in opera prima dell'inizio del getto nel tratto di fusto interessato dall'armatura.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con idonei inerti di appropriata granulometria, previamente approvata dalla D.L. e con un dosaggio di ql. 3 di cemento normale per mq. di C.L.S. in opera.

L'introduzione del C.L.S. nel tubo-forma avverrà mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore, che dovrà essere aperta solo in prossimità della superficie raggiunta dal getto precedente; gli strati saranno di altezza adeguata alla natura del terreno interessato.

Durante i getti dovrà evitarsi, nel modo più assoluto, sia la presenza d'acqua nell'interno del tubo, sia il trascinamento del C.L.S. durante l'estrazione del tubo-forma.

In questa fase di lavoro occorrerà curare, inoltre, che nell'interno del tubo-forma rimanga sempre un'altezza di almeno 50 cm. di conglomerato.

- c) **PALI TRIVELLATI:** per le palificate eseguite con pali trivellati si procederà all'infissione del tubo-forma mediante asportazione del terreno; raggiunta la profondità necessaria, dovrà essere asportata l'acqua e la melma esistente nel cavo.

Messa in opera la eventuale gabbia metallica, si procederà al getto e al costipamento del C.L.S. con sistemi in uso e brevettati, riconosciuti idonei dalla D.L. e adeguati alla richiesta portanza del palo.

- d) **PALI A GRANDE DIAMETRO:** Per particolari casi potranno essere ammessi anche pali a grande diametro costruiti con i sistemi in uso, per i quali occorrerà presentare anche i calcoli di portata.

I getti andranno eseguiti con accorgimenti che garantiscono la massima sicurezza contro i pericoli di decantazione del conglomerato o di taglio del palo.

L'introduzione del C.L.S. avverrà pertanto mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore e con le modalità di cui al precedente punto b); oppure adottando sistemi tipo "contractor", "prepakt", "concrete": in tal caso l'estremità inferiore della tubazione di mandata sarà mantenuta costantemente immersa entro la massa di C.L.S. fresco per almeno 2 m. onde evitare fenomeni di disinnescio.

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

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

- e) **PALI A GRANDE DIAMETRO CON IMPIEGO DI BENTONITE E DIAFRAMMI:** per i pali e i diaframmi realizzati con l'impiego di fanghi bentonitici e senza l'uso del tubo-forma, lo scavo dovrà eseguirsi esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto - percussione a seconda della natura del terreno o con benna a valve o kelly per i diaframmi.

Per ciò che riguarda le modalità di getto del conglomerato, la rasatura delle teste dei pali ecc., vale quanto prescritto al precedente paragrafo d).

- f) **PALI TIPO RAYMOND:** per le palificate eseguite con pali speciali in conglomerato cementizio gettato in opera in tubo-forma metallico perduto (pali tipo Raymond) l'esecuzione dello scavo destinato all'accoglimento del tubo-forma dovrà avvenire per una adeguata lunghezza senza alcuna asportazione di terreno; l'infissione del tubo-forma verrà effettuata con percussione in sommità, nel caso di elemento in lamiera liscia, ovvero per trascinarsi mediante apposito mandrino provvisti di opportuni risalti mobili, lungo l'intera lunghezza del tubo-forma, nel caso di elemento in lamiera corrugata elicoidalmente.

Detto mandrino sarà battuto con maglio avente un'inerzia di non meno di 2, 5t.x m. per colpo.

I rifiuti che si verificheranno durante l'infissione dovranno essere riportati su apposito registro e serviranno di riferimento per la presumibile portanza del costruendo palo.

Ultimata l'infissione del tubo-forma non potrà essere iniziato il getto del C.L.S. prima che la D.L. abbia verificato l'integrità del tubo-forma, che dovrà risultare non deformato e stagno in corrispondenza sia della chiusura di base sia della superficie laterale nonché asciutto e privo di detriti all'interno.

In caso contrario, il tubo-forma sarà rifiutato e l'Impresa dovrà provvedere, a sue spese, al riempimento del tubo-forma abbandonato, all'infissione di altro tubo-forma quanto più prossimo possibile al precedente ed alle eventuali conseguenti modifiche della fondazione.

Eventuali armature metalliche, interessanti in tutto o in parte la lunghezza del palo, andranno collocate in opera prima dell'inizio del getto nel tratto di palo interessato dall'armatura.

Le modalità di esecuzione, la qualità e la composizione dei C.L.S. che si adotteranno per la formazione del fusto di ogni tipo di palo, dovranno essere preventivamente e tempestivamente sottoposti dall'Impresa alla D.L., che si riserverà di accettare o rifiutare, a suo insindacabile giudizio, il metodo proposto.

#### PROVE DI CARICO SUI PALI DI FONDAZIONE

Le prove di carico sui pali di fondazione a totale cura e spesa dell'Impresa, ad esclusione - ai sensi dell'art. 38 del presente Capitolato - della sola prestazione svolta presso un laboratorio od Istituto ufficiale, verranno eseguite mediante incremento di carico controllato sui pali stessi, misurando quindi i conseguenti abbassamenti.

Sarà in facoltà della D.L. decidere su quali e quanti pali effettuare la prova di carico che, in caso di dubbi o esiti negativi delle prove potrà essere estesa anche su tutti i pali eseguiti.

#### APPLICAZIONE E MISURA DEL CARICO

Sulla sommità del palo oggetto della prova sarà costruito un dado in C.L.S. armato sul quale, in posizione orizzontale sarà cementata una piastra in acciaio di spessore adatto a distribuire uniformemente il carico sulla testa del palo.

Il carico potrà essere applicato in uno dei seguenti modi:

- a) per mezzo di un martinetto idraulico che contrasti contro una zavorra il cui peso superi di almeno il 10% il carico di prova.

Le basi di appoggio dovranno essere poste ad una distanza dal palo di prova non inferiore a 1, 5 m.

Si dovrà curare la perfetta coassialità del martinetto con l'asse del palo.

- b) per mezzo di un martinetto idraulico che contrasti contro una trave solidale a due o più pali di ancoraggio che lavoreranno a trazione.

I pali di ancoraggio dovranno distare almeno 4 diametri dal palo di prova (da centro a centro) e comunque non meno di 2 m.

Il sistema complessivo martinetto-manometro-pompa dovrà essere corredato da un rapporto di taratura, rilasciato da non più di 6 mesi da un laboratorio ufficiale, in particolare il manometro dopo la taratura dovrà essere piombato, sarà facoltà della D.L. far eseguire ulteriori controlli dei suddetti materiali al termine delle prove di carico.

Per prove di lunga durata la pompa del martinetto dovrà essere munita di un automatismo in grado di mantenere costante il carico applicato sul palo man mano che la testa di questo si abbassa.

#### MISURA DEGLI ABBASSAMENTI

La misura degli abbassamenti sarà effettuata mediante flessimetri interposti tra travi portaflessimetri e la testa del palo.

Le travi portaflessimetri (normalmente due tra loro parallele) dovranno essere sorrette da supporti sufficientemente lontani dal palo e dal sistema di reazione in maniera che i flessimetri non siano influenzati dalle operazioni di carico e scarico.

I supporti delle travi dovranno essere solidamente ammortati nel terreno, essi dovranno distare dal palo di prova non meno di 3 m. e non meno di 3 diametri o comunque di 2 m. dall'impronta della zavorra (o da eventuali pali di reazione).

Le travi dovranno avere elevata rigidità flessionale ed essere schermate dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

I flessimetri usati saranno in numero di 3 disposti sul perimetro del palo a 120 gradi dall'altro.

I flessimetri dovranno avere graduazione del quadrante almeno in decimi di mm., ed avere escursione dell'astina non inferiore di 50 mm.

Le superfici sulle quali poggeranno gli steli dei flessimetri dovranno essere perpendicolari alla direzione del moto e ben lisce.

La misura degli abbassamenti potrà essere effettuata anche con strumenti ottici di alta precisione (precisione non inferiore a 1/10 di mm.).

#### MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE DI CARICO

La prova avverrà mediante una successione di applicazione dei carichi in cui gli incrementi di carico saranno pari al 25% del carico di esercizio fino al raggiungimento di quest'ultimo.

Ai sensi del § 6.4.3.7.2 delle N.T.C. 14/01/2008 la prova sarà condotta inducendo sulla testa del palo, a mezzo di martinetti idraulici, un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche agli Stati Limite di Esercizio. In presenza di pali strumentati il massimo carico di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche agli S.L.E.

I tempi di tenuta in carico e di scarico saranno stabiliti di volta in volta dalla D.L.

Prima della prova vera e propria sarà opportuno applicare un primo modesto incremento di carico al fine di controllare la concordanza fra le letture dei flessimetri; se questa non sarà soddisfacente, si scaricherà e si migliorerà la centratura del martinetto.

La velocità massima di cedimento ammessa dovrà essere compresa tra 0, 1 e 0, 5 mm./ora.

#### CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE PALIFICATE

Sarà facoltà della D.L. far eseguire, sempre a cura e spese dell'Impresa, su alcuni o tutti i pali eseguiti anche prove non distruttive con la metodologia vibrazionale mediante il rilievo dell'ammoltenza meccanica in funzione della frequenza al fine di determinare per ogni palo preso in esame la lunghezza, il diametro medio, il vincolo laterale ed il comportamento dell'estremità inferiore.

### **ART. 44 TURE PROVVISORIE**

Nella esecuzione degli scavi verranno disposte, ad esclusivo giudizio della D.L., delle ture provvisorie a contorno e difesa degli scavi stessi e a completa tenuta di acqua.

Saranno costruite con gli accorgimenti e le modalità appresso descritte e tali che, oltre ad avere una sufficiente robustezza per resistere alla pressione delle terre, non lascino filtrare acqua attraverso le pareti.

Verranno infissi nel terreno pali di abete o pino bene appuntiti, perfettamente verticali, a distanza conveniente e di diametro proporzionato alla profondità necessaria.

Ogni palo che si spezzasse sotto la battitura o che nella discesa deviasse dalla verticale dovrà essere estratto e sostituito a spese dell'Impresa.

Ai lati dei pali verrà costruita una doppia parete di tavolini di abete o pino perfettamente combacianti fra loro, infissi nel terreno.

L'intercapedine tra le due pareti dovrà poi essere riempita d'argilla con tutti gli accorgimenti necessari perché essa debba ben contribuire alla tenuta d'acqua.

Potranno essere anche impiegate, come ture provvisorie, palancole tipo Larssen che, per quanto riguarda il profilo, il peso e la lunghezza del tipo, siano state approvate dalla D.L.

Esse saranno contabilizzate e compensate soltanto quando la D.L. medesima ne avrà ordinata l'esecuzione, a seguito di riconosciuta necessità durante il corso dei lavori.

### **ART. 45 DEMOLIZIONE DI MURATURE E FABBRICATI**

Le demolizioni di muratura e fabbricati devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio.

L'Impresa è quindi pienamente responsabile di tutti i danni che le demolizioni potessero arrecare alle persone e alle cose.

E' vietato in particolare gettare dall'alto materiali i quali invece dovranno essere trasportati o guidati in basso adottando le opportune cautele per evitare danni e pericoli.

Si dovrà inoltre provvedere al puntellamento delle parti pericolanti.

In linea generale, nel caso in cui si debba procedere a demolizioni di murature, calcestruzzi ecc., qualunque siano il tipo o la dimensione delle strutture od opere e qualunque sia la natura dell'intervento (demolizioni complete o parziali, rotture ecc.), le demolizioni medesime dovranno essere eseguite con ordine e con ogni necessaria precauzione per non danneggiare le residue murature e strutture, per prevenire qualsiasi infortunio agli addetti od a terzi e, parimenti, per evitare incomodi o disturbi.

Allo stesso modo si dovrà procedere nel caso di rimozioni - sia che si tratti di materiali e manufatti da ricollocare successivamente in opera che di materiali o macerie da allontanare alle pubbliche discariche - rimanendo espressamente inteso che di ogni eventuale danno, inconveniente od incidente - di qualunque genere e da qualsivoglia causa provocato - e delle loro conseguenze in sede civile o penale, sarà tenuto pienamente e completamente responsabile l'Appaltatore, rimanendone così sollevati sia la Provincia che i propri organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

#### **a) Demolizioni parziali**

Nel caso di demolizioni parziali (demolizioni di singole murature e strutture, di solai, di archi e volte di scale, di tetti ecc. ed anche rotture di muri per creazioni di vani di porta e finestra, di solai per creazione di vani scale ed ascensori e simili) dovranno essere in tutto osservate le norme e disposizioni di cui agli artt 150 e 155 del DLgs 09.04.2008 n. 81. In questo caso inoltre le verifiche preliminari intese ad accertare lo stato delle strutture da demolire ed i possibili effetti che dalle demolizioni potranno derivare alle strutture rimanenti, dovranno essere condotte con particolare cura, diligenza ed estensione e le loro risultanze saranno sottoposte, prima di dar corso alle demolizioni, alla Direzione Lavori unitamente alle proposte in ordine agli accorgimenti da adottare per evitare crolli o danni alle strutture da conservare. Similmente dovrà essere tempestivamente segnalata in corso d'opera, ogni manifestazione che denoti una compromissione statica od edilizia delle strutture suddette.

Le eventuali opere di puntellamento non dovranno mai creare nuove sollecitazioni nelle strutture interessate, particolarmente in quelle di edifici adiacenti e, contrariamente ai lavori di demolizione, dovranno essere eseguite procedendo dal basso verso l'alto.

L'efficacia dei rafforzamenti e puntellamenti dovrà comunque essere continuamente controllata mediante un adeguato numero di spie.

Le demolizioni, come accennato in precedenza, dovranno progredire tutte allo stesso livello, procedendo dall'alto verso il basso e ad ogni sospensione di lavoro dovranno essere rimosse tutte le parti pericolanti; in caso contrario si dovrà procedere allo sbarramento delle zone interessate da eventuali cadute di strutture, materiali od altro e apporre segnalazioni in numero congruo e ben visibili. Le demolizioni dovranno essere limitate alle parti ed alle dimensioni prescritte e dovranno essere eseguite con la massima diligenza e con ogni precauzione così da non danneggiare le opere ed i materiali da non demolire o rimuovere, o quei materiali che a giudizio del Direttore dei Lavori potessero ancora essere utilmente impiegati.

Qualora per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni venissero demolite parti non prescritte, o venissero oltrepassati i limiti fissati, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a ricostruire e rimettere in pristino le parti indebitamente demolite.

Ogni demolizione dovrà essere eseguita da posti di lavoro sicuri e pertanto sarà vietato appoggiare alle strutture in demolizione scale a pioli o meccaniche, far lavorare persone sui muri ecc., ma occorrerà predisporre idonei ponti di servizio o tavolati o simili, indipendenti dalle strutture da demolire.

E' parimenti vietato, di regola, eseguire le demolizioni con esplosivi, con il sistema dello scalzamento, con il rovesciamento sia per spinta che per trazione, con mazze oscillanti.

Potrà essere consentito, demolire con i predetti sistemi solo su espressa richiesta dell'Appaltatore ed autorizzazione della Provincia.

L'allontanamento dei materiali di risulta dovrà essere particolarmente curato affinché non si verifichino confusi accatastamenti, sovraccarichi e pressioni pericolose su strutture orizzontali e verticali.

I materiali di demolizione non dovranno essere accumulati sui solai, sulle scale, contro le pareti e sui ponti di servizio e dovranno essere sollecitamente allontanati con mezzi di ogni genere purché sicuri.

E' vietato, al proposito, gettare materiale dall'alto, a meno che non venga convogliato in appositi canali.

Dovrà essere limitato il sollevamento della polvere irrorando con acqua le murature od i materiali di risulta, ma la quantità d'acqua irrorata dovrà essere solo quella strettamente necessaria e, comunque, non dovrà compromettere la stabilità delle strutture.

#### b) Rimozioni

Nelle rimozioni (generalmente riferite a materiali o manufatti di cui è previsto o possibile il reimpiego) dovranno essere rispettate, per quanto applicabili, tutte le prescrizioni precedentemente dettate.

In tale caso inoltre particolare cura dovrà essere prestata al recupero dei materiali e quindi, da un lato, si dovranno usare accorgimenti tecnici e modalità operative adatte allo scopo e, dall'altro, si dovrà immediatamente procedere ad una accurata cernita scalcinatura, pulitura ed accatastamento dei materiali rimossi, curando che in ciascuna di queste fasi i materiali medesimi non abbiano a subire danni o manomissioni di qualunque genere, del chè l'Appaltatore sarà tenuto responsabile e chiamato ai necessari risarcimenti.

## ART. 46 CONSOLIDAMENTO DELLE TERRE CON CALCE E/O CEMENTO

### 1 – Caratteristiche dei materiali da impiegare

#### Terre

La terra utilizzabile per la formazione del corpo del rilevato stradale, dei sottofondi o dei cassonetti in trincea, per la stabilizzazione a calce (calce aerea), deve essere costituita da materiali provenienti da cave autorizzate o presenti in sito con contenuto di materiale organico (non superiore al 2% della specie SO<sub>3</sub> e determinabile mediante ossidazione con bicromato di potassio - AFNOR NF P 94-055) e classificabili, secondo la normativa CNR-UNI 10006 come appartenenti alle seguenti categorie:

-A6 e A7 (indice di plasticità normalmente  $\leq 10$ );

-A2/6 e A2/7 con una frazione passante al setaccio 0.425 UNI non inferiore al 35%.

Le terre dovranno rientrare normalmente nel fuso riportato in fig.2.1; sono ammesse anche granulometrie diverse se dallo studio di laboratorio delle miscele terra-calce risulta l'idoneità della terra ad essere stabilizzata.

Il terreno dovrà comunque presentarsi libero da vegetazione e da qualsiasi altro corpo estraneo nonché da eventuali inclusioni di grossa pezzatura.

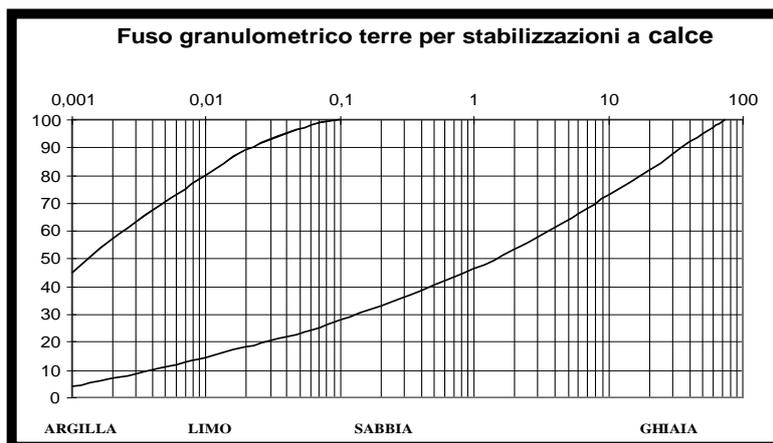


Fig.2.1 Fuso granulometrico di riferimento (CNR-B.U. n° 36)

Nel caso di terre appartenenti ai gruppi A4 e A5 della classifica CNR UNI 10006 la calce aerea verrà utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità del terreno naturale per esigenze di compattazione. In questo caso non si otterranno infatti effetti sulle caratteristiche meccaniche dei materiali che potranno essere raggiunti mediante la miscelazione, successivamente alla calce, di leganti idraulici quali cemento Portland 32.5. I requisiti meccanici della miscela Terra-Acqua-Calce aerea-Cemento, dovranno essere i medesimi richiesti per la miscela Terra-Acqua-Calce aerea. La miscelazione combinata calce aerea cemento potrà essere utilizzata anche in presenza di argille ad elevata plasticità o qualora non possa essere garantita una maturazione protetta da acque di infiltrazione nello strato per un periodo compreso tra 20-40 gg dalla stabilizzazione.

#### Calce

La calce da impiegare nella stabilizzazione deve essere calce aerea preferibilmente del tipo viva macinata, sfusa o in sacchi. E' ammesso anche l'utilizzo di calce idrata in polvere, sfusa o in sacchi, solamente qualora le condizioni di umidità del terreno naturale siano sensibilmente inferiori a wopt, (Umidità Ottimale Prova AASHO Standard) oppure qualora vi siano problemi relativi alla sicurezza di persone o possibilità di danneggiare beni. Entrambi i tipi dovranno rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231 del 16 novembre 1939.

Qualora venga impiegata calce idrata invece che calce viva la percentuale di calce viva definita dalle prove di laboratorio ed accettata dalla Direzione Lavori dovrà essere maggiorata di 1/5. Nel caso di approvvigionamento di calce in sacchi, questi dovranno riportare il marchio di fabbrica del produttore; nel caso di calce sfusa l'indicazione dovrà risultare dai documenti di viaggio. La calce dovrà risultare del tipo indicato in tabella 1, (valori percentuali in peso).

Tab.1

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO <sub>2</sub>	£ 4%	-
(CaO + MgO) Totali	<sup>3</sup> 90%	-
MgO	£ 10%	£ 10%
SO <sub>3</sub>	£ 2%	£ 2%
Titoli in idrati	-	<sup>3</sup> 90%
SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SO <sub>3</sub>	£ 5%	£ 5%

I valori sopra riportati per la calce viva corrispondono alla condizione di prodotto alla consegna, mentre per la calce idrata tali valori corrispondono ad una condizione di prodotto con contenuto in umidità 2%. Si dovranno inoltre ottenere da un'analisi granulometrica i parametri di tabella 2.

Tab.2

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
Pezzatura	£ 2 mm	-
Passante al setaccio con luce netta da:	200 mm <sup>3</sup> 95%	90 mm <sup>3</sup> 85%

Sarà obbligo dell'Impresa fornire alla D.L. la certificazione inerente i leganti impiegati e soprattutto le bolle di accompagnamento di tutti i carichi di calce e cemento giunti in cantiere.

La calce viva e la calce idrata dovranno essere stese in percentuale non inferiore rispettivamente al 3% ed al 3.5% del peso secco della miscela.

#### Acqua

L'acqua eventualmente utilizzata per conferire agli impasti terra-calce il tenore di umidità ottima di costipamento e per mantenere questo tenore durante l'eventuale periodo di maturazione degli strati compattati deve essere dolce, limpida ed esente da impurità dannose (oli, acidi, alcali, cloruri, solfati e materie organiche) (UNI 8981/7 -UNI 9858)

#### 2 - Macchinari

La scarificazione, la polverizzazione e la miscelazione della terra con la calce e l'acqua dovranno essere fatte con idonei macchinari atti a lavorare uniformemente il materiale (es. Pulvimixer).

La potenza delle macchine dovrà essere adeguata agli spessori degli strati da trattare e compatibile con la produzione giornaliera prevista. I motolivellatori dovranno essere semoventi, preferibilmente con ruote gommate lisce e tali da non lasciare impronte marcate sulla superficie lavorata.

Gli spargitori di calce, se usati, dovranno assicurare una precisione di dosaggio secondo quanto ammesso dalla Direzione Lavori.

Le attrezzature costipanti (rulli a piastre, rulli lisci, rulli gommati) dovranno dare garanzie del raggiungimento dei valori di densità in sito richiesti.

I distributori d'acqua dovranno essere forniti di valvole a rapido disinnesto per la sospensione dell'erogazione e dovranno garantire una distribuzione uniforme e controllabile.

Tutti i macchinari dovranno essere sempre mantenuti efficienti. Sarà facoltà della D.L. richiedere la sostituzione di attrezzature che non siano ritenute idonee.

#### 3 – Progetto delle miscele

##### Analisi preliminare delle terre

La Direzione Lavori, preliminarmente all'inizio delle lavorazioni, dovrà definire il programma di indagini di laboratorio, da eseguirsi presso laboratori ufficiali, al fine di determinare la miscela più idonea per il trattamento del materiale.

Per trattamenti di terre in sito si preleveranno campioni da pozzetti esplorativi ogni 2000 m<sup>2</sup> e comunque con distanze reciproche tra questi non superiori ai 200 m e profondità almeno pari a quella del suolo da trattare; quando si presume che le caratteristiche del suolo siano più variabili di quanto sopra contemplato, la frequenza di campionamento sarà opportunamente incrementata.

Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori di scavo e contestualmente ad essi, l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri relativi all'esecuzione, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi ed effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'Impresa).

Le analisi da eseguirsi vengono di seguito descritte:

Classificazione della terra:

a) Analisi granulometrica

Si dovrà eseguire, dopo avere misurato il tenore di umidità naturale, secondo la norma CBR-UNI 10008 l'analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione (B.U. CNR 23).

b) Determinazione del valore di blu di metilene VB

Con tale prova si determina la quantità di blu di metilene adsorbita selettivamente dalle superfici dei minerali d'argilla contenuti nella terra; tale quantità è proporzionale alla superficie specifica delle particelle argillose e pertanto misura globalmente la quantità e l'attività della frazione argillosa della terra. Perché una terra sia accettabile deve presentare un valore di blu VB > di 200 centimetri cubi di soluzione (10 g/l) di blu di metilene per 100 grammi della frazione di terra passante al setaccio 0.25 mm UNI 2332, determinato in conformità alla Norma UNI 8520 parte 15a.

c) Determinazione del contenuto di sostanze organiche

Il tenore in materie organiche del terreno deve essere inferiore al 2% in massa<sup>1</sup>, determinato mediante il metodo titrimetrico al bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055).

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.

b) Determinazione della capacità stabilizzante della calce

Tale prova viene anche definita come consumo iniziale di calce (CIC) e rappresenta la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei minerali d'argilla. Il valore di CIC, determinato secondo norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'1.5%.

d) Determinazione del contenuto di solfati

La reazione con la calce dei solfati provoca un consumo supplementare e possono nel tempo originarsi composti espansivi. La presenza percentuale dei solfati (SO<sub>3</sub>), determinati secondo la Norma UNI 8520 parte 11a (metodo gravimetrico o fotometrico), deve essere non superiore a 1% in peso. Nel caso di utilizzo di gesso per accelerare l'indurimento della miscela TCA occorre che il quantitativo di quest'ultimo sia inferiore a valori dell'1% del peso secco del terreno.

e) Reattività della terra alla calce

Dovrà essere determinata, al fine di accertare la presenza di minerali argillosi con o senza reticolo espandibile, la reattività della terra alla calce per le frazioni inferiori a 2 micron attraverso l'esame diffrattometrico eseguito su campioni tal quali dopo trattamento sotto vuoto con glicole etilico.

---

<sup>1</sup> E' bene verificare che il tenore delle materie organiche sia inferiore al 4% in massa per la frazione di terra passante al crivello da 20 mm.

## Studio della miscela di progetto

### a) Limiti di consistenza

Il comportamento della terra in sito e della miscela all'acqua dovrà essere indagato attraverso la determinazione dei limiti di Atterberg (limite liquido (wL), limite plastico (wP)) effettuata secondo la Norma CNR-UNI 10014 sul materiale passante al setaccio 0.425 UNI. Si riterrà idonea una terra che, dopo stabilizzazione, presenti un abbattimento dell'indice di plasticità non inferiore al 25%.

### b) Determinazione del valore dell'indice di portanza CBR

Si deve determinare il valore dell'indice CBR su provini confezionati secondo la normativa CNR-UNI 10009 punto 3.2.1. , compattati secondo la prova Proctor AASHO ST T 180 Mod. e tenuti a maturare 7 giorni in aria a  $20 \pm 1$  °C e U.R. > 95% (presaturazione) e poi saturati 4 giorni in acqua a  $20 \pm 1$  °C (postsaturazione), lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni valore di umidità della miscela ed inoltre dovranno essere analizzate almeno due miscele con tenori di calce crescenti a partire dal valore minimo del CIC aumentato di 1.0 %. Si riterranno idonee le miscele che presentano le seguenti caratteristiche:

Piani di posa dei rilevati:

C.B.R. > 30 e Rigonfiamento Lineare (RL) < 1.0%

Rilevati:

C.B.R. > 50 e Rigonfiamento Lineare (RL) < 1.0%

In sommità al rilevato, ultimo strato:

C.B.R. > 60 e Rigonfiamento Lineare (RL) < 0.5%

### c) Determinazione dell'indice di portanza immediato IPI

Si deve determinare il valore dell'indice IPI su provini di terra compattati secondo AASHO ST T99, punzonatura dopo 2 ore dalla miscelazione. Si riterranno idonee le miscele che presentano un IPI > 10.

### d) Determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera

La determinazione della Resistenza a Compressione ad Espansione Laterale Libera ( $R_c$ ), viene eseguita su provini apribili del tipo C.B.R. (B.U. CNR N.29) compattati secondo AASHO ST T180 Mod., avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 7 giorni in aria a  $20 \pm 1$  °C e U.R. > 95%. Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti resistenze a compressione:

Piani di posa dei rilevati:  $R_c > 0.40$  MPa

Rilevati:  $R_c > 0.60$  MPa

## 4 – Posa in opera

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori i risultati ottenuti dalle predette prove e quindi acquisita l'approvazione, potrà procedere all'impiego della miscela.

Si precisa comunque che il quantitativo minimo di calce viva non dovrà mai essere inferiore al 3% rispetto al peso secco del terreno all'ottimo di compattazione, pena la rimozione dell'intero strato di materiale a totale onere e cura dell'Impresa.

Nei casi in cui le condizioni climatiche non permettano una esecuzione a regola d'arte, il lavoro dovrà essere sospeso. In caso di piogge intense e di temperature attuali, o prevedibili, prossime o inferiori a 5 °C non si darà inizio ad alcuna operazione di stabilizzazione.

La stabilizzazione con calce dei terreni di riporto per rilevati stradali verrà realizzata mediante miscelazione del materiale in sito e/o con terreni da cava di prestito.

Tutti i processi relativi a detta lavorazione dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L.

Prima di procedere alla realizzazione del piano di posa si dovrà eseguire uno scotico superficiale minimo di 10 cm al fine di eliminare eventuali radici, ceppaie, e quant'altro possa inibire la presa del legante impiegato.

Le lavorazioni successive allo scotico dovranno svolgersi nel seguente modo:

- prima di spargere la calce, lo strato di materiale dovrà essere conformato secondo le sagome definitive, trasversali e longitudinali di progetto;
- la calce dovrà essere distribuita uniformemente, mediante spandicalce nelle quantità richieste;
- Qualora dovesse risultare necessaria l'impiego di acqua, essa dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria con barre spruzzatrici a pressione e uniformemente incorporate nella miscela nelle quantità richieste per ottenere l'umidità ottima ottenuta dalle prove di laboratorio con provini terra e calce costipati secondo AASHO Md 180;
- la fresatura con apposito macchinario (pulvimixer) dovrà miscelare 30 cm di terreno in sito con il legante steso in precedenza, con diverse passate, fino a quando la componente limo-argillosa passi interamente attraverso crivelli a maglia quadrata da 25 mm.
- ad avvenuta uniforme miscelazione della terra-acqua-calce, l'impasto dovrà essere immediatamente costipato fino al raggiungimento del 90% della densità Proctor secca massima ottenuta dalle prove di laboratorio con provini costipati secondo AASHO Md 180;
- la miscela dovrà essere mantenuta umida con l'aggiunta di acqua nella quantità necessaria a sopperire le perdite verificatesi durante la lavorazione, ed infine lo strato sarà rifinito secondo le norme che di volta in volta verranno impartite dalla Direzione dei lavori;
- dopo che il piano di posa sarà ultimato, dovrà essere immediatamente ricoperto con lo strato di terreno successivo, onde evitare perdite di contenuto di umidità nella miscela.
- Il macchinario da impiegare (pulvimixer) dovrà essere in buone condizioni d'uso e dovrà avere l'approvazione della Direzione dei lavori.

#### Modalità di esecuzione

Le fasi operative per la stabilizzazione a calce sono quelle di seguito elencate:

Posa in opera della terra in strati dell'altezza massima di 30 cm.

Polverizzazione (frantumazione e sminuzzamento di eventuali zolle), se necessaria, della terra in sito ottenibile mediante passate successive di idonea attrezzatura (pulvimixer) fino ad ottenere una frazione passante al crivello 4 UNI (apertura di 4.76 mm ) superiore all'80%.

Determinazione in più punti e a varie profondità dell'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi; nel caso che tali valori si discostino in valore assoluto per più del -1.5% rispetto al valore ottimo determinato con le prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la Direzione Lavori, si procederà ad una nuova erpicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad un'aggiunta di acqua mediante annaffiatura se il terreno fosse troppo asciutto fino al raggiungimento della percentuale prescritta. In quest'ultimo caso sarà necessario procedere a nuova erpicatura.

Spandimento della calce, che dovrà essere evitato durante le giornate particolarmente ventose o con rischio di precipitazioni atmosferiche. La quantità di calce in kg/m<sup>2</sup> è determinabile a partire dalla percentuale ottenuta in laboratorio una volta che sia nota la densità secca in sito del suolo e la profondità dello strato dopo trattamento e costipazione. In ogni caso, il quantitativo di calce da stendere dovrà essere determinato tenendo conto delle possibili perdite ad opera dell'azione eolica, dovendo risultare una quantità di legante miscelato per unità di superficie non inferiore a quello della miscela di progetto prescritta. Il personale operante dovrà comunque essere dotato, indipendentemente dalla ventosità delle giornate, di adeguate maschere protettive. Lo spandimento della calce dovrà avvenire mediante l'uso di spanditore semovente o mediante apposita attrezzatura a coclea. Tali spanditori meccanici devono essere dotati di adeguati sistemi per evitare la dispersione da parte del vento e devono permettere di predeterminare e mantenere il dosaggio della calce, espresso mediante chilogrammi per metro quadrato, indipendentemente dalla velocità di marcia. Per diminuire lo spolvero della calce tutti i mezzi utilizzati per la stesa dovranno essere dotati di gonne flessibili a bande per il contenimento della calce scaricata dal dosatore. Si dovrà verificare preventivamente la quantità della calce effettivamente distribuita dalle macchine spanditrici mediante la taratura delle stesse effettuata facendole transitare su una superficie su cui sono distesi teli di dimensioni note e pesando la quantità di calce raccolta da ciascun telo al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della

macchina. La variazione, rispetto al dosaggio prescritto, non dovrà eccedere il - 10%. I controlli sul quantitativo di legante steso potranno essere richiesti anche giornalmente dalla D.L.

Polverizzazione e miscelazione della terra e della calce mediante un numero adeguato di passate di pulvimixer in modo da ottenere una miscela continua ed uniforme, tale cioè che la componente limo-argillosa passi interamente attraverso crivelli a maglia quadrata da 25 mm. Qualora si verificassero piogge durante la miscelazione il procedimento dovrà essere interrotto e lo strato protetto; alla ripresa dei lavori si potrà intervenire aggiungendo delle piccole quantità di calce. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far eseguire, a sua discrezione, prove per la verifica dello spandimento del giusto quantitativo di calce e della corretta miscelazione attraverso rispettivamente il prelievo di campioni che interessino l'intero spessore dello strato lavorato utilizzando la procedura dell'analisi chimica per la ricerca della quantità di calcio aggiunto rispetto al tenore di calcio inizialmente presente nella frazione limo-argillosa e l'esecuzione di pozzetti esplorativi. Le modalità operative e le macchine utilizzate comporteranno la creazione di giunti longitudinali e trasversali. Le strisce di lavorazione longitudinale dovranno essere sovrapposte per almeno 10 cm e si dovrà provvedere a completare nella stessa giornata lavorativa tratti di tracciato per tutta la larghezza prevista dal progetto. Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone in cui il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati. I tagli dovranno essere eseguiti all'inizio della giornata lavorativa successiva, nello strato indurito in modo tale da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni.

Spandimento e miscelazione della terra a cemento come descritto nel punto e secondo le modalità valide per la calce. La stesa e miscelazione del cemento dovrà essere obbligatoriamente eseguita almeno 12 ore dopo la miscelazione con calce e comunque non oltre 2gg.

Compattazione della miscela Terra-Calce mediante rulli vibranti a bassa frequenza (non inferiori a 2 passaggi a/r) e rulli gommati di adeguato peso fino ad ottenere i risultati richiesti. Il passaggio dei mezzi costipanti dovrà essere effettuato nello stesso giorno in cui è stata effettuata la miscelazione, in modo da ridurre al minimo i pericoli connessi all'evaporazione dell'acqua e alla diminuzione della reattività della calce per carbonatazione ed in modo da ottenere l'addensamento richiesto, evitando sovra-sollecitazioni da rullatura che potrebbero favorire la creazione di piani di scorrimento preferenziali. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far effettuare controlli circa l'umidità della miscela e prescrivere eventuali ulteriori passaggi di pulvimixer. E' bene inoltre evitare accuratamente la formazione di impronte che potrebbero provocare ristagni d'acqua in caso di precipitazioni atmosferiche. Nel caso in cui lo strato trattato non venga ricoperto in giornata con altra terra da trattare il giorno successivo, il piano superficiale dovrà essere protetto da eventuali dilavamenti causati da piogge, dal gelo e da forti insolazioni, per permettere una corretta maturazione della miscela. Il raggiungimento del grado di compattazione dovrà essere determinato attraverso prove in sito (sia sul piano di posa che sul rilevato) del peso di volume e del modulo di deformazione (Md), che dovranno essere effettuate con la seguente frequenza:

Md: almeno ogni 250 metri di strato finito (spessore 30 cm)

Peso di volume: almeno ogni 1000 mc di materiale lavorato

Dovrà essere comunque fatta una prova per ogni tratto di miscela omogenea posata. Inoltre dovranno essere effettuati prelievi di campioni indisturbati sui quali saranno eseguite le prove dell'indice CBR, prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato.

La frequenza di detti prelievi sarà a discrezione della D.L. e comunque non inferiore a 1 prova per 250 m di strato finito (spessore 30 cm).

Si riterranno idonei i seguenti valori:

Densità in sito B.U. CNR n° 22 non inferiore al 90% della densità Proctor ottenuta in laboratorio con provini costipati secondo AASHO ST T 180 Mod. e confezionati con la stessa miscela prelevata in sito.

Valori di Md ottenuti mediante prova di carico con piastra da 300 mm di diametro (B.U. CNR n° 146) a 7 gg di maturazione:

sul piano di posa del rilevato e per gli strati costituenti il corpo del rilevato con esclusione degli ultimi 30 cm:

Md >20 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 MPa e 0.15 MPa – primo ciclo di carico; per l'ultimo strato del corpo del rilevato:

Md >50 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 MPa e 0.25 MPa – primo ciclo di carico; per strati di base (fondazione) della sovrastruttura stradale:

Md >80 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0.25 MPa e 0.35 MPa – primo ciclo di carico;

Per le prove dell'indice CBR, prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato si potranno accettare valori non inferiori al 90% di quelli ottenuti in laboratorio sulla miscela di progetto a parità di maturazione.

Finitura superficiale degli strati, che dovrà avvenire con l'impiego di macchine livellatrici (graeder) e non con l'apporto di nuovo materiale.

Realizzazione di uno strato protettivo da mettere in opera prima della realizzazione della sovrastruttura stradale, costituito da uno strato di adeguato spessore, di materiale misto litoide di frantoio granulometricamente stabilizzato, in alternativa un velo di emulsione bituminosa al 70% a lenta rottura del tipo EL 55 (B.U. CNR n°3) in ragione di 1.5 kg/mq. oppure uno strato di 3-4 cm di sabbia bagnata (da asportare alla fine del periodo di maturazione).

La resistenza e la stabilità di una terra stabilizzata dipende molto da un accurato periodo di maturazione dopo la rullatura finale, durante la quale l'umidità ottima di compattazione deve essere il più possibile mantenuta costante, per consentire lo sviluppo delle reazioni di indurimento ed evitare successive modificazioni volumetriche che possano originare fessurazioni.

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

Per un certo periodo dopo la stabilizzazione (circa 20-40 giorni) la miscela terra-calce è sensibile al gelo e può presentare perciò forti rigonfiamenti per la formazione di lenti di ghiaccio. Questa sensibilità tende a diminuire con la stagionatura ed il processo di indurimento, quindi, per quelle zone soggette a gelate, è opportuno scegliere periodi in cui queste siano poco probabili. E' possibile considerare acquisita la resistenza al gelo da parte della miscela quando i rigonfiamenti dei provini CBR, saturati in acqua per quattro giorni dopo maturazione all'aria, risultano inferiori al 5%. Tale periodo di stagionatura andrà determinato volta per volta mediante esami di laboratorio.

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

Al fine di effettuare controlli di umidità e densità in sito in fase di lavorazione, sarà a carico dell'Impresa l'onere di approntare un laboratorio mobile dotato delle seguenti attrezzature:

bilancia di precisione al centesimo di grammo;

strumentazione per la determinazione immediata dell'umidità (speedy);

forno a microonde;

volumometro a sabbia.

stacci costituiti da: staccio 4 UNI (apertura di 4.76 mm)

staccio 2 UNI 2332

Tale laboratorio mobile dovrà essere utilizzato soprattutto dall'impresa al fine di effettuare dei controlli sul proprio operato per eseguire una lavorazione delle terre in condizioni ottimali.

Giunti di lavoro

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

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

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

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

#### 5 – Controlli

In fase esecutiva l'impresa dovrà predisporre un accurato programma dei lavori, che consenta alla Direzione Lavori di definire un programma di prove di controllo giornaliero degli strati lavorati.

Le misure del modulo di deformazione dovranno essere effettuate per ogni strato a 48h ed a 7gg su almeno un minimo di n° 1 punto, la D.L. potrà chiedere di estendere a più punti, appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo.

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Nel caso nel quale tutti i requisiti minimi, previsti ai paragrafi precedenti, non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele previste fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti,: in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato.

## **CAPO 2. NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **ART. 47 NORME GENERALI**

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.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Impresa potrà essere chiamata al rifacimento a tutto suo carico.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della D.L. e dell'Impresa. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

### **ART. 48 SCARIFICA E FRESATURA DI MASSICCIATE STRADALI**

Le eventuali demolizioni di massicciate stradali verranno compensate con i relativi prezzi di elenco.

### **ART. 49 FONDAZIONE STRADALE, PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

La contabilizzazione verrà effettuata :

A mc o t di materiale sciolto, misurato o pesato su automezzi, nel caso di materiale da utilizzare, solo su espresso ordine della D.L., per lavori di difficile quantificazione in opera, quali risagomatura, ricariche, accessi, ecc., realizzati con misto granulare stabilizzato o conglomerato bituminoso.

L'incaricato della Stazione appaltante determinerà le misure del cassone dell'autocarro e l'altezza media del materiale, nonché i numeri di targa degli automezzi stessi, che segnerà nelle distinte, una delle quali ritornerà in segno di ricevuta, debitamente firmata.

L'altra distinta sarà consegnata alla D.L. per l'iscrizione nel libretto delle misure e per la redazione dei verbali.

L'Impresa appaltatrice dovrà fornire il personale per l'eventuale livellamento del materiale sugli automezzi.

Nessun compenso verrà concesso per eventuali cali verificatisi durante il trasporto.

A mc di materiale posto in opera e compattato, nel caso di fondazione in misto stabilizzato granulometrico o misto cementato; il volume verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate;

A mq di superficie finita nel caso di conglomerato bituminoso per strato, di base, per strato di collegamento e per tappeto di usura ottenuto con aggregati di frantumazione. Gli spessori degli strati di conglomerato indicati negli articoli di elenco prezzi si riferiscono al materiale perfettamente compattato.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per:

prove preliminari necessarie per lo studio della miscela, nonché quelle richieste durante l'esecuzione dei lavori;

fornitura di tutti i materiali idonei alla formazione della miscela secondo quanto prescritto e richiesto dalla Direzione Lavori;

pulizia e/o lavaggio con idonei mezzi meccanici, delle superfici dello strato di base e di quello di collegamento (binder), prima della stesa della mano d'attacco di legante per la posa dello strato soprastante, secondo le richieste della D.L.;

stendimento con i mezzi meccanici indicati dalle norme di Capitolato, del legante di attacco, la cilindratura, nonché gli oneri derivanti dalle giunzioni sia alle pavimentazioni esistenti, che in occasione delle riprese di lavoro o ai margini contro eventuali murature;

macchinario, mano d'opera, lavorazione completa o quant'altro è necessario perché il lavoro sia eseguito a perfetta regola d'arte secondo le norme del Capitolato;

ogni altro onere indicato nel presente capitolato e nelle voci di elenco prezzi.

### **ART. 50**

#### **MATERIALI A PIE' D'OPERA**

I prezzi di elenco per i materiali a piè d'opera, diminuiti del ribasso d'asta, si applicano soltanto:

- a. alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'appaltatore è tenuto a fare a richiesta della D.L., come ad esempio somministrazioni per lavori in economia, somministrazioni di legnami per casseri, paratie, palafitte, travature, ecc. alla cui esecuzione provvede direttamente la Provincia, la somministrazione di ghiaia o pietrisco, quando l'impresa non debba effettuare lo spandimento;
- b. alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva oppure di scioglimento di contratto;
- c. alla valutazione del materiale per l'accreditamento del loro importo nei pagamenti in acconto;
- d. alla valutazione delle provviste a piè d'opera che si dovessero rilevare dalla Provincia quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

I detti prezzi per i materiali a piè d'opera servono pure per la formazione di nuovi prezzi ai quali deve essere applicato il ribasso contrattuale.

In detti prezzi dei materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo di impiego, le spese generali ed il beneficio dell'impresa.

### **ART. 51**

#### **VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA**

Le prestazioni in economia diretta e i noleggi saranno assolutamente eccezionali, e potranno verificarsi solo per lavori del tutto secondari; in ogni caso non verranno riconosciute e compensate se non corrisponderanno ad un preciso ordine ed autorizzazione scritta preventiva dalla Direzione Lavori.

Le prestazioni in economia saranno contabilizzate come stabilito all'art. 24 del presente Capitolato speciale e nei successivi punti A, B e C.

#### **A - MATERIALI**

I materiali impiegati nei lavori in economia verranno compensati applicando alle quantità utilizzate i relativi prezzi unitari di elenco, od i prezzi eventualmente determinati ai sensi dell'articolo 40 del presente Capitolato Speciale.

I suddetti prezzi unitari, già comprensivi di spese generali ed utile d'Impresa, includono anche ogni spesa per la fornitura, trasporto, carico e scarico, perdita, spreco, ecc., nessuna eccettuato, per darli a piè d'opera in qualsiasi posizione in cui debbano essere impiegati.

#### **B - MANO D'OPERA**

Le prestazioni d'opera per eventuali lavori eseguiti in economia saranno compensate applicando le tariffe del Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche Emilia Romagna – Marche relative alla Provincia di Ravenna vigenti al momento di svolgimento delle prestazioni.

In nessun caso saranno computate maggiorazioni per trasferte, fuori sede e simili. Nella tariffa delle prestazioni d'opera sarà compreso il compenso per materiali di consumo ed attrezzi di uso corrente, (e la loro manutenzione) in relazione al tipo di lavoro eseguito.

L'onere relativo alle prestazioni d'opera in argomento verrà giustificato attraverso la compilazione di dettagliate liste settimanali, quindicinali o anche mensili degli operai, desunte da rapporti giornalieri sull'impiego della mano d'opera che l'Appaltatore dovrà quotidianamente compilare e che per essere considerati validi, dovranno risultare sottoscritti ed accettati da parte della D.L.

A questo proposito si precisa inoltre che l'Appaltatore dovrà preventivamente comunicare alla D.L. le qualifiche o la specializzazione di ogni singolo operaio; la Direzione si riserva di accettare l'impiego della mano d'opera proposta o viceversa, di rifiutare l'impiego di operai di qualificazione o specializzazione non idonee al tipo ed alle caratteristiche delle opere da eseguire, procedendo inoltre, in tal caso, d'ufficio alla composizione della squadra con le rispettive qualifiche.

Si precisa inoltre che la squadra destinata alla esecuzione dei lavori da valutarsi in economia, per tutto il periodo della loro durata dovrà essere dedicata a tali lavori medesimi in maniera esclusiva, piena e non in modo frazionato o promiscuo con altri lavori; pertanto l'esecuzione dei lavori in economia dovrà essere opportunamente programmata.

#### **B - NOLEGGI E TRASPORTI**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Per le macchine e gli attrezzi dati a noleggio e per i trasporti si applicheranno i relativi prezzi di elenco, che sono già comprensivi di spese generali ed utile d'Impresa, solo se specificatamente definiti quali compensi per le prestazioni in economia. In mancanza si applicheranno le tariffe pubblicate dalla Camera di Commercio, Industria, Artigianato ed Agricoltura di Ravenna vigenti al momento dello svolgimento della prestazione.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per il solo tempo durante il quale i meccanismi rimangono impiegati in effettive attività di lavoro, escludendosi in ogni caso i tempi di messa in funzione, quelli in cui i meccanismi permangono a riposo a piè d'opera o quelli dovuti a qualsivoglia causa diversa.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

Con i prezzi dei trasporti si intendono compensate anche le spese per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente ed ogni altra occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondenti alle prescritte caratteristiche.

### **ART. 52**

#### ***DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI DEI LAVORI - INVARIABILITÀ DEI PREZZI***

I prezzi unitari in base ai quali, dopo deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, sono indicate nell'elenco prezzi unitari facente parte del progetto ed allegato al contratto.

Essi, salve la maggiori prescrizioni contenute nelle singole voci di elenco, compensano:

- circa i materiali, ogni spesa (per fornitura, trasporto, cali perdite, sprechi ecc.) nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;
- circa gli operai ed i mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, previdenziali, ecc.;
- circa i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti all'uso;

- circa i lavori a misura ed a corpo, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni di ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di discarica, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa, ecc. e quanto altro occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi.

I prezzi per i lavori a misura ed a corpo, come risultante dalla offerta della Impresa assuntrice, si intendono da essa fissati sulla base di calcoli di sua propria ed esclusiva convenienza a tutto suo rischio, e sono quindi indipendenti da qualunque prevedibile eventualità che essa non abbia tenuto presente.

L'Appaltatore non avrà perciò ragione di pretendere sovrapprezzi od indennità speciali per qualsiasi sfavorevole circostanza dipendente da fatto suo proprio, anche qualora la stessa si verifichi dopo l'aggiudicazione.

### **ART. 53** **LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI**

Per tutti gli altri lavori, opere e forniture presenti nell'allegato elenco prezzi unitari, ma non specificati e descritti nel presente Capitolato si seguiranno le indicazioni contenute nelle voci dello stesso elenco prezzi, ovvero le disposizioni che in relazione ad essi darà in sede esecutiva la D.L.

Al proposito - anche perché l'Appaltatore possa valutarne con esattezza gli oneri conseguiti - resta ben specificato, e lo si afferma come inderogabile criterio di ordine generale al quale l'Appaltatore medesimo dovrà sempre e comunque conformarsi, che ogni opera dovrà essere eseguita secondo le migliori regole d'arte, adottando per questo gli opportuni magisteri ed accorgimenti ed utilizzando materiali di scelta qualità in rapporto all'uso ed alla funzione, e dovrà essere altresì completa di ogni accessorio o dispositivo necessario al buon funzionamento, anche se non dettagliatamente elencato.