



COMUNE di EMPOLI

Ufficio Tecnico - LL.PP.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
Norme Tecniche
per Opere Stradali

Redatto da: Ing. Roberta Scardigli

Empoli li,

Visto: IL DIRIGENTE SETTORE LL.PP.

- Arch. Marco Carletti -

INDICE

1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	4
1.1 Premessa.....	4
1.2 Provenienza e qualità dei materiali	4
1.2.1 Acqua	4
1.2.2 Calce.....	4
1.2.3 Pozzolane	5
1.2.4 Leganti idraulici	5
1.2.5 Ghiaia, pietrisco e sabbia.....	5
1.2.6 Cubetti di pietra, pietrini in cemento e masselli in calcestruzzo.....	6
1.2.7 Materiali ferrosi.....	6
1.2.8 Bitumi.....	6
1.2.9 Emulsioni bituminose.....	7
1.2.10 Bitumi modificati	7
1.2.11 Emulsioni bituminose acide modificate	7
1.2.12 Tubazioni.....	7
1.2.13 Teli di geotessile.....	8
1.2.14 Caditoie, Cordonati, Zanelle e Embrici.....	9
1.3 Prove dei materiali - Certificazioni di conformità.....	10
2. FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE, MOVIMENTI DI TERRE	11
2.1 Tracciamenti.....	11
2.2 Diserbamento e scoticamento.....	11
2.3 Scavi e rialzi in genere	11
2.4 Formazione dei piani di posa dei rilevati	12
2.5 Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea.....	13
2.6 Formazione rilevati	13
2.7 Scavi di sbancamento	15
3. OPERE D'ARTE.....	16
3.1 Malte.....	16
3.2 Conglomerati cementizi	16
3.2.1 Qualifica dei conglomerati cementizi.....	18
3.2.2 Controlli di accettazione.....	19
3.2.3 Durabilità dei conglomerati cementizi	20
3.2.4 Tecnologia esecutiva delle opere.....	20
3.3 Fognature.....	20
3.3.1 Tubazioni per fognature	21
3.3.2 Posa in opera delle tubazioni.....	21
4. SOVRASTRUTTURA STRADALE	22
4.1 Premessa.....	22
4.2 Strati di fondazione	22
4.2.1 Fondazione in misto granulare a stabilizzazione meccanica.....	23
4.2.1.a Caratteristiche del materiale da impiegare	23
4.2.1.b Studi preliminari.....	24

4.2.1.c Modalità operative.....	24
4.2.2 Fondazione in misto cementato.....	25
4.2.2.a Caratteristiche del materiale da impiegare	25
4.2.2.b Miscela - Prove di laboratorio e in sito	26
4.2.2.c Preparazione	26
4.2.2.d Posa in opera	27
4.2.2.e Protezione superficiale	27
4.2.2.f Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione.....	27
4.3 Strato di base in conglomerato bituminoso	28
4.3.1 Materiali inerti.....	28
4.3.2 Legante bituminoso	29
Bitumi modificati	29
4.3.3 Miscela	30
4.3.4 Controllo dei requisiti di accettazione.....	31
4.3.5 Formazione e confezione delle miscele.....	32
4.3.6 Posa in opera delle miscele	32
4.4 Strati di collegamento (binder) e di usura	34
4.4.1 Materiali inerti.....	34
4.4.2 Legante bituminoso	36
4.4.3 Miscela	36
4.4.3.a Strato di collegamento (binder)	36
4.4.3.b Strato di usura.....	37
4.4.4 Controllo dei requisiti di accettazione.....	38
4.4.4.a Strato di collegamento (binder)	38
4.4.4.b Strato di usura.....	38
4.4.5 Formazione e confezione degli impasti.....	39
4.4.6 Posa in opera delle miscele	39
4.4.7 Attivanti l'adesione	39
4.5 Scarificazione di pavimentazioni esistenti	40
4.6 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature.....	40
4.7 Marciapiedi.....	41
5. LAVORI DIVERSI.....	41
5.1 Segnaletica orizzontale.....	41
5.1.1 Condizioni di stabilità	42
5.1.2 Idoneità di applicazione.....	42
5.1.3 Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento	42
5.2 Aree pubbliche in autobloccanti.....	42
5.3 Opere a verde.....	43
5.3 Pubblica Illuminazione.....	49
TABELLA I.....	50
TABELLA II	51
TABELLA III	52
TABELLA IV.....	52
TABELLA V	53
TABELLA VI.....	53
TABELLA VII.....	53
PARTICOLARI ESECUTIVI	

1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

1.1 Premessa

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità, rispondenti alle norme tecniche vigenti relative ai prodotti da costruzione e corrispondere a quanto stabilito nel presente capitolato speciale; ove esso non preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme U.N.I., le norme C.E.I., le norme C.N.R..

L'Amministrazione ha la facoltà di richiedere la presentazione del campionario di quei materiali che riterrà opportuno, e che il Soggetto Attuatore intende impiegare, prima che vengano approvvigionati in cantiere.

Inoltre sarà facoltà dell'Amministrazione chiedere al Soggetto Attuatore di presentare in forma dettagliata e completa tutte le informazioni utili per stabilire la composizione e le caratteristiche dei singoli elementi componenti le miscele come i conglomerati in calcestruzzo o conglomerati bituminosi, ovvero tutti i presupposti e le operazioni di mix design necessarie per l'elaborazione progettuale dei diversi conglomerati che il Soggetto Attuatore ha intenzione di mettere in opera per l'esecuzione dei lavori.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dall'Ufficio Tecnico Comunale.

Quando l'Ufficio Tecnico Comunale abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, il Soggetto Attuatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Soggetto Attuatore.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte dell'Ufficio Tecnico Comunale, il Soggetto Attuatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le opere verranno eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dal Soggetto Attuatore, previa accettazione, dell'Ufficio Tecnico Comunale o dalle disposizioni che verranno ordinate volta a volta.

Resta invece di esclusiva competenza del Soggetto Attuatore la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

L'utilizzo da parte del Soggetto Attuatore di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale finito rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata all'Ufficio Tecnico Comunale.

1.2 Provenienza e qualità dei materiali

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere, salvo i previsti riutilizzi dei materiali scavati, dovranno provenire da quelle località che il Soggetto Attuatore riterrà di sua convenienza, purché a giudizio dell'Ufficio Tecnico Comunale siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti tecnici di seguito riportati.

1.2.1 Acqua

L'acqua dovrà essere limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, esente da materie terrose, non aggressiva o inquinata da materie organiche e comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata.

1.2.2 Calce

Le calci aeree (grasse, magre o idrate) e le calci idrauliche (naturali o artificiali) risponderanno ai requisiti di accettazione previsti da normativa legislativa e tecnica, vigente al momento dell'esecuzione dei lavori e saranno fornite e conservate perfettamente asciutte. Le calci idrauliche in polvere saranno fornite con imballaggi originali sigillati del peso di Kg.

50, riportanti l'indicazione dello stabilimento produttore, del peso e delle resistenze minime a tensione e compressione della malta normale 1:3 dopo 28 giorni di stagionatura.

1.2.3 Pozzolane

Le pozzolane provengono dalla disgregazione di tufi vulcanici. Le calci aeree grasse impastate con pozzolane danno malte capaci di indurire anche sott'acqua. Le pozzolane e i materiali a comportamento pozzolanico dovranno rispondere ai requisiti di accettazione, vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori

1.2.4 Leganti idraulici

Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni e requisiti di accettazione previsti da normativa legislativa e tecnica, vigente al momento dell'esecuzione dei lavori. Essi dovranno essere conservati in depositi coperti e riparati dall'umidità.

1.2.5 Ghiaia, pietrisco e sabbia

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi, ai sensi del D.M. 9/1/1996 - Allegato 1, dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose e di gesso, in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Le dimensioni della ghiaia o del pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche dell'opera da eseguire, dal copriferro e dall'interferro delle armature.

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da mm 1 a mm 5.

Il Soggetto Attuatore dovrà garantire la regolarità delle caratteristiche della granulometria per ogni getto sulla scorta delle indicazioni riportate sugli elaborati progettuali o dagli ordinativi dell'Ufficio Tecnico Comunale.

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi da impiegarsi per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme tecniche vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

Si definisce:

- pietrisco: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 25 U.N.I. 2334;
- pietrischetto: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 10 U.N.I. 2334;
- graniglia: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 U.N.I. 2334 e trattenuto dal setaccio 2 U.N.I. 2332;
- sabbia: materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, passante al setaccio 2 U.N.I. 2332 e trattenuto dal setaccio 0,075 U.N.I. 2332;
- additivo (filler): materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 U.N.I. 2332.

Per la caratterizzazione del materiale rispetto all'impiego valgono i criteri di massima riportati all'art. 7 delle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n. 4/1953. I metodi da seguire per il prelevamento di aggregati, per ottenere dei campioni rappresentativi del materiale in esame occorre fare riferimento alle norme tecniche del C.N.R. – B.U. n. 93/82.

Gli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastutture stradali dovranno essere costituiti da elementi sani, tenaci, non gelivi, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nelle norme tecniche C.N.R. – B.U. n. 139/92.

Devono essere costituiti da materiale frantumato spigoloso e poliedrico. Per l'additivo (filler) che deve essere costituito da polvere proveniente da rocce calcaree di frantumazione, all'occorrenza si può usare anche cemento portland e calce idrata con l'esclusione di qualsiasi altro tipo di polvere minerale.

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 (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per la esecuzione di ricarichi di massicciate e per i materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
3. pietrisco da 15 a 25 mm per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
4. pietrisco da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;
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 Direzione Lavori 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 di quelle 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).

1.2.6 Cubetti di pietra, pietrini in cemento e masselli in calcestruzzo

I cubetti di pietra dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietre per pavimentazioni stradali" C.N.R. - ed. 1954 e alle Tabelle U.N.I. 2719 - ed. 1945. I pietrini in cemento dovranno corrispondere alle norme U.N.I. 2623-44 e seguenti.

I pavimenti in masselli di calcestruzzo risponderanno alle U.N.I. 9065-87 e 9066/1 e 2-87.

1.2.7 Materiali ferrosi

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare per gli acciai per opere in conglomerato cementizio armato, conglomerato cementizio armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dal D.M. 9/1/1996. L'Ufficio Tecnico Comunale, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddetta disposizione di legge.

1.2.8 Bitumi

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
- Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
- Composizione granulometrica (valore %);
- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni.

L'Ufficio Tecnico, a suo insindacabile giudizio, può richiedere campionature di bitume, per verificare la rispondenza con le norme C.N.R. - B.U. n. 81 del 31/12/1980 "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Campionatura bitume".

1.2.9 Emulsioni bituminose

Emulsioni anioniche ed emulsioni cationiche: Debbono soddisfare le norme tecniche vigenti. Per le mani di ancoraggio, da effettuare prima della stesa di successivi strati in conglomerato bituminoso, sono da preferire le emulsioni tipo ECR 55, salvo diversa indicazione dell'Ufficio Tecnico Comunale.

1.2.10 Bitumi modificati

I bitumi modificati, costituiti da bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastici che, quando non diversamente prescritto, devono rispondere alle indicazioni riportate nella tabella III in allegato.

1.2.11 Emulsioni bituminose acide modificate

Per i lavori inerenti le pavimentazioni stradali, le emulsioni modificate sono di natura cationica (acida), che utilizzano come legante del bitume modificato e dovranno possedere, se non diversamente specificato, i requisiti di accettazione indicati in tabella IV in allegato.

1.2.12 Tubazioni

Tubi di acciaio: Le tubazioni in acciaio devono avere struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidali continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco. L'acciaio della lamiera ondulata deve essere del tipo Fe 360. I tubi di acciaio dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra di grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte. Nella posa in opera sono compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

Tubi in C.A.V.: Le tubazioni in C.A.V. devono essere in conglomerato cementizio sufficientemente ricco di cemento, vibrato e centrifugato a pressione costante, con dimensione massima dell'inerte grosso pari a $\frac{1}{4}$ dello spessore della parete del tubo. Le tubazioni in C.A.V. devono avere sezione a corona circolare di spessore uniforme, superfici interne lisce e prive di irregolarità, sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che deve essere sigillato in opera con malta di cemento e con guarnizioni.

Tubi in P.V.C rigido:

Le tubazioni in PVC rigido devono essere costituite da elementi di policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere che devono essere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma. Ogni elemento deve riportare il "marchio di conformità" I.I.P. n°103

Le tubazioni in PVC rigido dovranno essere costituite con classe di rigidità anulare pari a SN 8 KN/m² – SDR 34 e SN 4 KN/m² – SDR 41.

Le condizioni di impiego e di posa in opera corretta dovranno rispettare il "manuale di installazione delle fognature in PVC – norma UNI EN 1401 – Istituto Italiano dei Plastici", nonché le condizioni di impiego fornite direttamente dal produttore con propria scheda tecnica.

Tubi di polietilene (PE): I tubi in PE saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2, 5, 4, 6, 10). Il tipo a

bassa densità risponderà alle norme U.N.I. 6462-69 e 6463-69, mentre il tipo ad alta densità risponderà alle norme U.N.I. 711, 7612, 7613, 7615.

Tubi drenanti in PVC: I tubi drenanti saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle D.I.N. 16961, D.I.N. 1187 e D.I.N. 7748.

I tubi si distinguono nei seguenti tipi:

- 1) tipo flessibile corrugato a sez. circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di mm 1,3 di larghezza (d.e. mm da 50 a 200);
- 2) tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. circolare, fessure di mm 0,8 di larghezza (d.i. mm da 100 a 250);
- 3) tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure mm 0,8 di larghezza (d.n. mm da 80 a 300).

1.2.13 Teli di geotessile

Geotessili non tessuti: Teli realizzati a struttura piana composta da fibre sintetiche "coesionate" mediante agugliatura meccanica o con termosaldatura. In relazione alla lunghezza delle fibre di polipropilene e/o poliestere, i geotessili non tessuti si distinguono a filamento continuo e a filamento non continuo (a fiocco). Tali materiali saranno posti in opera per l'esecuzione di drenaggi, come separatori o elementi di rinforzo. Per l'applicazione di drenaggi, devono usare i geotessili non tessuti a filo continuo e devono avere i seguenti requisiti: peso unitario di almeno 110 g/mq, permeabilità di circa 300 l/mq/s e diametro di filtrazione 0,235 mm a secco e 0,15 mm umido, salvo diversa prescrizione o indicativo della Direzione lavori. Per tutti gli altri impieghi si dovranno utilizzare geotessili non tessuti, con caratteristiche funzionali adatte alla particolare situazione dell'applicazione, previa autorizzazione della Direzione lavori. Per determinare peso e spessore si farà riferimento le norme di cui ai B.U. – C.N.R. n. 110 del 23/12/1985 e n. 111 del 24/11/1985, e le norme U.N.I. 4818, 5114, 511, 5121, 5419, U.N.I. 8279/1-16 ediz. 1981-87, U.N.I. 8639-84, 8727-85, 8986-87.

Geotessili tessuti: Sono definiti come strutture piane e regolari formate dall'intreccio di due o più serie di fili costituiti da fibre sintetiche di fibre di polipropilene e/o poliestere, che consentono di ottenere aperture regolari e di piccole dimensioni. In relazione alla sezione della fibra, possono suddividersi in tessuti a monofilamento o a bandalette (nastri appiattiti). L'applicazione di questi materiali è identico a quello dei geotessili non tessuti. Il geotessile dovrà essere atossico, completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presente nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi.

Geosintetici con struttura a maglia costituite da due serie sovrapposte di fili (con spessore compreso tra 3 e 10 mm) che si incrociano con angolo costante (tra 60° e 90°), in modo da formare aperture regolari costanti tra 10 e 60 mm di ampiezza. Vengono prodotte per estrusione di polimeri termoplastici (polietilene ad alta densità o polipropilene) e la saldatura delle due serie di fili viene eseguita per parziale compenetrazione nei punti di contatto. Devono essere applicate congiuntamente a geotessili come filtri, come elementi di tenuta per assolvere la funzione di drenaggio o per protezione meccanica nel caso di una loro applicazione non combinata.

Biotessili: Costituiti da fibre naturali (juta e/o cocco) sono assemblati in modo da formare una struttura tessuta aperta e nello stesso tempo deformabile o mediante sistema di agugliatura meccanica, trovano applicazione per il rivestimento superficiale a protezione dall'erosione durante la crescita di vegetazione.

Biostuoie: Sono costituite da fibre naturali quali paglia, cocco, sisal ecc., in genere contenute tra reti di materiale sintetico (polipropilene o poliammide) o naturale (juta). La loro

applicazione consiste esclusivamente in quella di rivestimento superficiale dall'erosione durante la fase di inerbimento delle scarpate stradali.

Geostuoie: Sono costituite da filamenti di materiale sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene o altro), aggrovigliati in modo da formare uno strato molto deformabile dello spessore di 10/20 mm, caratterizzato da un indice dei vuoti molto elevato > del 90%. La loro applicazione risponde essenzialmente a due applicazioni ovvero come protezione dall'erosione superficiale provocata da acque piovane e di ruscellamento e di rivestimento di sponde di corsi d'acqua con basse velocità.

Geocompositi per il drenaggio: Sono formati dall'associazione (in produzione) di uno strato di georete o di geostuoia racchiuso tra uno o due strati di geotessile. Lo spessore complessivo del geocomposito può variare tra 5 e 30 mm.

Geogriglie: Le geogriglie hanno lo scopo principale di rinforzo sia dei terreni naturali che degli strati bituminosi delle sovrastrutture stradali.

Sono così classificabili:

- a) *estruse*: strutture piane realizzate con materiali polimerici (polietilene ad alta densità o polipropilene) mediante processo di estrusione e stiratura, che può essere svolto in una sola direzione (geogriglie monodirezionali) o nelle due direzioni principali (bidirezionali);
- b) *tessute*: strutture piane a forma di rete realizzate mediante la tessitura di fibre sintetiche su vari tipi di telai, eventualmente ricoperte da un ulteriore strato protettivo (PVC o altro materiale plastico);
- c) *a sovrapposizione*: sono realizzate mediante la sovrapposizione e successiva saldatura di geonastri costituiti da un nucleo in poliestere ad alta tenacità rivestito con guani protettivi in polietilene.

La geogriglia dovrà essere completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi e stabilizzato ai raggi UV. Il materiale fornito dovrà essere certificato secondo le norme ISO 9002 e dovranno essere note le curve sforzo/deformazione nel tempo sino ai 120 anni.

Geocelle: Sono composte da celle giustapposte prodotte per assemblaggio o estrusione di strisce di materiali sintetici di altezza pari a circa 75/150 mm, che realizzano una struttura a nido d'ape o similare. Le geocelle possono essere realizzate anche con materiali naturali es. fibra di cocco. Il loro scopo è quello di contenimento del terreno in pendio per evitare scoscendimenti superficiali.

Per tutte le diverse applicazioni e tipi dei geosintetici, il Soggetto Attuatore prima di ogni loro impiego dovrà fornire alla Direzione Lavori i relativi certificati di produzione del materiale, quest'ultimo, a suo insindacabile giudizio, ha tuttavia la facoltà di effettuare prelievi a campione sui prodotti approvvigionati in cantiere.

1.2.14 Caditoie, Cordonati, Zanelle e Embrici

LE CADITOIE di raccolta acque stradali, da posizionare al piano zanella laterale alla strada o ai bordi delle superfici scolanti ad una distanza tra loro non superiore a ml. 25, sono costituite da pozzetti costruiti in opera o di tipo prefabbricato del volume minimo di mc. 0,20 (interno cm. 50x50xh80) interrati ispezionabili e manutenibili completi di griglia o di chiusini in ghisa di tipo pesante delle dimensioni di cm. 40x40 o 40x22 interne.

I CORDONATI a contenimento del marciapiede e delle aiuole a verde potranno essere in granito, cemento, travertino e pietra a seconda della zona dove l'intervento viene realizzato. Potrà essere prescritto l'eventuale uso di cordonati e panchine di altro materiale qualora la zona di intervento sia caratterizzata da tali elementi. In ogni caso il materiale e le dimensioni

di tali elementi saranno definiti in fase di progettazione esecutiva in accordo alle indicazioni fornite dall'Ufficio Tecnico Comunale.

LE ZANELLE per la raccolta delle acque piovane potranno essere in porfido o cemento in base alla zona dove l'intervento viene realizzato. Potrà essere prescritto eventuale uso di cordonati e panchine di altro materiale qualora la zona di intervento sia caratterizzata da tali elementi. In ogni caso il materiale e le dimensioni di tali elementi saranno definiti in fase di progettazione esecutiva in accordo alle indicazioni fornite dall'Ufficio Tecnico Comunale.

GLI EMBRICI che costituiscono lo svicolo lungo la scarpata di un rilevato stradale per l'adduzione dell'acqua stradale al fosso di guardia, sono costituiti da elementi prefabbricati in cls aventi misure di cm. 50/40x50x20 e spessore ≥ 5 cm.

1.3 Prove dei materiali - Certificazioni di conformità

Il Soggetto Attuatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, all'Ufficio Tecnico Comunale, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

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

I certificati dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi.

Per la fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale di seguito elencate:

- apparecchi, giunti, appoggi e sistemi antisismici per ponti e viadotti;
- barriere di sicurezza;
- barriere fonoassorbenti;
- impianti elettrici;
- impianti di illuminazione;
- impianti di ventilazione;
- impianti tecnologici per l'edilizia civile ed industriale;
- segnaletica verticale e orizzontale;

Il Soggetto Attuatore appaltante delle relative forniture si dovrà attenere alle specifiche riportate sulle circolari del Ministero dei LL.PP. nei riguardi della presentazione della dichiarazione di impegno o di conformità o certificazione di conformità sia all'atto dell'offerta che all'aggiudicazione dei lavori. Per i prodotti per i quali sono state emanate le disposizioni attuative che consentono l'apposizione del marchio di conformità CE o laddove sia prevista una procedura di omologazione/approvazione dello stesso che sostituisce la certificazione di conformità.

2. FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE, MOVIMENTI DI TERRE

2.1 Tracciamenti

Il Soggetto Attuatore è tenuto ad eseguire la picchettazione completa o parziale del lavoro, prima di iniziare i lavori di sterro o riporto, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate e alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure posizionare delle modine, nei tratti più significativi o nei punti indicati dalla Direzione lavori, utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo armato, si dovrà procedere al tracciamento di esse. Nel tracciamento l'ordine da seguirsi sarà quello di determinare i picchetti stradali ed in seguito tracciare le strutture. Il tutto prima dell'esecuzione dei lavori.

2.2 Diserbamento e scoticamento

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi. Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nella esecuzione dei lavori il Soggetto Attuatore dovrà attenersi a quanto segue:

- a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- b) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.
- c) Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dall'Ufficio tecnico Comunale a seguito di analisi del materiale, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.
- d) La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

2.3 Scavi e rialzi in genere

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare i fossi, cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni progettuali esecutivi. Il Soggetto Attuatore nell'eseguire le trincee e i rilevati o altri scavi in genere, dovrà ultimarle al giusto piano prescritto, inoltre dovrà essere usata ogni esattezza nella profilatura delle scarpate e dei cigli stradali e nello spianare le banchine stradali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere si dovrà ricorrere all'impiego di adeguati mezzi meccanici e di manodopera sufficiente in modo da ultimare le sezioni di scavo di ciascun tratto iniziato. Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati dovranno essere eseguite con inclinazioni come previsto dagli elaborati progettuali e comunque appropriate per impedire dei scoscendimenti in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, il Soggetto Attuatore dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego presso laboratori autorizzati.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le norme tecniche C.N.R. – U.N.I. 10006/1963.

2.4 Formazione dei piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni presenti nel progetto esecutivo.

I cigli degli scavi saranno diligentemente profilati e la loro pendenza di progetto o necessaria per impedire franamenti di materie saranno ottenuti praticando gli scavi necessari di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

La quota dei piani di posa dei rilevati si dovrà approfondire, come minimo, fino alla completa rimozione dello strato di coltre costituito da terreno vegetale o interessato dalle lavorazioni agricole praticate nella zona ricadente l'impianto dei rilevati.

Quando alla suddetta quota si rinvencono terreni appartenenti ai gruppi A₁, A₂ e A₃ (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca misurata in sito (CNR BU n. 22/1972) pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio (CNR BU 69/1978), modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di imposta del rilevato appartengono ai gruppi A₄, A₅, A₆ e A₇ (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006), si dovrà provvedere all'approfondimento degli scavi oppure alla sostituzione dei materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A₁, A₂ e A₃.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca misurata in sito (CNR BU n. 22/1972) non inferiore al 90% della densità massima AASHTO (CNR BU 69/1978), modificata e si dovrà compattare anche il fondo mediante rulli statici di peso non inferiore alle 12 t con tamburo a punte.

Qualora si rinvenivano strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati. Per spessori elevati di terreni torbosi o limo-argillosi fortemente imbibiti d'acqua, che rappresentano ammassi molto compressibili, occorrerà prendere provvedimenti più impegnativi per accelerare l'assestamento, ovvero sostituire l'opera in terra (rilevato) con altra più idonea alla portanza dell'ammasso.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate. È categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate.

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

Per individuare la natura meccanica dei terreni occorre eseguire, dapprima, semplici prove di caratterizzazione e di costipamento, quali:

- umidità propria del terreno;

- analisi granulometrica;
- limiti e indici di Atterberg;
- classificazione secondo la norma C.N.R. – U.N.I. 10006;
- prova di costipamento AASHTO modificata.

L'Ufficio Tecnico Comunale può richiedere il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante misurazione del modulo di compressibilità Me (N/mm²) determinato con piastra circolare avente diametro da 30 cm (Norme Svizzere VSS-SNV 670317 – C.N.R., B.U. n.146 del 14/12/1992).

Si definisce il valore di Me pari a:

$$Me = f_0 \times \Delta p \times D / \Delta s$$

dove si ha:

- f_0 : fattore di forma della ripartizione del costipamento (piastre circolari pari a 1);
- Δp : incremento della pressione trasmessa dalla piastra (N/mm²) (variabile in relazione alla struttura in esame);
- D : diametro della piastra in mm;
- Δs : corrispondente incremento di cedimento della superficie caricata (mm).

Pertanto facendo la seguente distinzione in base all'altezza dei rilevati si ha:

- fino a 4 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,05 a 0,15 N/mm²;
- da 4 m a 10 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,15 a 0,25 N/mm².

In entrambi i casi il modulo Me misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico non dovrà essere inferiore a 30 N/mm².

2.5 Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea

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

- quando il terreno appartiene ai gruppi A_1 , A_2 e A_3 (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A_4 , A_5 , A_7 e A_8 (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) occorre procedere alla sostituzione del terreno stesso con materiale arido.

L'Ufficio Tecnico Comunale può richiedere il comportamento globale dei cassonetti in trincea mediante misurazione del modulo di compressibilità Me determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme Svizzere VSS-SNV 670317) e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 a 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

2.6 Formazione rilevati

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento di fondazione appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A_1 , A_2 e A_3 (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006), se presenti oppure con materiali dei gruppi A_1 , A_2 e A_3 prelevati in cava di prestito.

Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A_4 , A_5 , A_6 e A_7 si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a

rifiuto ovvero di utilizzarlo direttamente, se appartenente al gruppo A4 con indice plastico non determinabile (IP = 0), ovvero utilizzarlo previa idonea correzione.

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente.

Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, si potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito. È fatto obbligo di indicare le cave dalle quali si intende prelevare i materiali costituenti i rilevati fornendo le caratteristiche di tali materiali.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 30. Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata come di seguito riportata:

- non inferiore al 95% negli strati inferiori;
- non inferiore al 98% in quello superiore (ultimi 30 cm).

L'Ufficio Tecnico Comunale potrà richiedere il controllo della massa volumica in sito alle varie quote raggiunte e per tutta l'estensione del rilevato ed il numero di controlli dovrà essere commisurato all'entità dell'opera. Per i controlli può usarsi l'apparecchio a sabbia o quello a radioisotopi opportunamente tarato.

Durante le operazioni di costipamento dovrà essere accertata l'umidità propria del materiale; non si potrà procedere alla stesa e perciò si dovrà attendere la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento previo innaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (AASHTO modificata), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Ufficio Tecnico Comunale potrà richiedere il comportamento globale dell'ultimo strato del rilevato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, mediante misurazione del modulo di compressibilità M_e determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317) e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 a 0,25 N/mm² non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

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

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

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

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

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

In alcuni casi, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, si potrà richiedere la posa in opera di teli "geotessili" in strisce contigue opportunamente sovrapposta nei bordi per almeno cm 40.

2.7 Scavi di sbancamento

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

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono inoltre alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi a larga sezione eseguiti sotto il piano di campagna per apertura della sede stradale, scavi per tratti di strada in trincea, per formazione di cassonetti, per lavori di spianamento del terreno, per il taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, scavi per le demolizioni delle normali sovrastrutture tipo pavimentazioni stradali, di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Scavi da eseguire su qualunque terreno, esclusa la roccia da mina ma compreso dei trovanti rocciosi e muratura fino a 1 mc, compreso l'onere per ridurli a pezzature massime di 30 cm per il loro reimpiego nello stesso cantiere per la costituzione dei rilevati.

3. OPERE D'ARTE

3.1 Malte

Le malte saranno confezionate mediante apposite impastatrici suscettibili di esatta misurazione e controllo che il Soggetto Attuatore dovrà garantire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte dovranno corrispondere alle proporzioni indicate in tabella VII in allegato.

Quando la Direzione Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, il Soggetto Attuatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui saranno portati a rifiuto.

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

Nella composizione di malte di calce aerea od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

3.2 Conglomerati cementizi

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche di cui al DM 14 gennaio 2008, emanate in applicazione all'art. 52 del DPR n° 380 del 06/06/2001.

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

Il Soggetto Attuatore sarà tenuto 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 Decreto del Presidente della Repubblica n° 380 del 6 giugno 2001, "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" (S.O. n. 239 alla G.U. n. 245 del 20-10-2001);
- del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 4-2-2008) e norme o documenti esplicitamente richiamati dal Decreto Ministeriale.

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare tutte le tipologie di calcestruzzo (come meglio specificato nel seguito) ed i tipi di acciaio da impiegare.

Tutti i calcestruzzi impiegati saranno a "prestazione garantita", in conformità alla UNI EN 206-1. Ciascuna tipologia di conglomerato dovrà soddisfare i seguenti requisiti in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206-1 in base alla classe (ovvero alle classi) di esposizione ambientale dell'opera cui il calcestruzzo è destinato:

- massimo rapporto (a/c);
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza o indicazione numerica di abbassamento al cono ovvero, nei casi previsti al punto 6.3, classe di spandimento alla tavola a scosse;
- aria aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento al m3;
- tipo di cemento (solo quando esplicitamente richiesto dalle norme succitate);
- diametro massimo (DMAX) nominale dell'aggregato;
- classe di contenuto in cloruri del calcestruzzo (secondo la UNI EN 206-1).

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati per la realizzazione di opere in c.a. e c.a.p. devono rispondere ai requisiti del DM 14-01-2008.

In particolare per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

Cemento

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. dovranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2007.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2007.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

La Direzione Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto da impianto di confezionamento installato all'interno del cantiere stesso e non operante con processo industrializzato.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

Il Soggetto Attuatore dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; il campionamento sarà effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento. Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 tonnellate di cemento consegnato. Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio di cui all'art 59 del D.P.R. n. 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione del Soggetto Attuatore e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I (praticamente inerti) si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II (pozzolaniche o ad attività idraulica latente) si farà riferimento alla UNI 11104 e alla UNI EN 206-1.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele di cui al successivo punto 4 e, in seguito, ogni qualvolta la Direzione Lavori ne faccia richiesta.

Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava; essi dovranno possedere marcatura CE secondo il D.P.R. n. 246/93 e successivi decreti attuativi. Copia della documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dal Soggetto Attuatore. In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

L'attestazione di marcatura CE dovrà essere consegnata alla D.L. ad ogni eventuale cambiamento di cava.

Gli aggregati saranno conformi ai requisiti delle norme UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché siano continuamente rispettate le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m³. Per i calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore di C(50/60) dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m³.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520-2 relativamente al contenuto di sostanze nocive.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo nel rispetto delle prescrizioni imposte dal DM 14-01-2008, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito.

Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934. Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma armonizzata si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo.

3.2.1 Qualifica dei conglomerati cementizi

In accordo al DM 14-01-2008 per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;
- calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato di cui meglio si specifica nel seguito, non necessitano di alcuna prequalifica, che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

Calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato

Tale situazione si configura unicamente nella produzione di quantitativi di miscela omogenee inferiori ai 1500 m³, effettuate direttamente in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve avvenire sotto la diretta responsabilità del Soggetto Attuatore e con la diretta vigilanza della Direzione Lavori. In questo caso, il Soggetto Attuatore è tenuto ad effettuare la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (DM 14-01-2008) prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che sarà utilizzata per la costruzione dell'opera.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di 10% dal valore indicato nella relazione di prequalifica. I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato

Tale situazione è contemplata dal DM 14-01-2008, dove si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il conglomerato realizzato mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia all'interno del cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso. Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, due tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi esterni al cantiere (impianti di preconfezionamento o di prefabbricazione);
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dal DM 14-01-2008 e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il Soggetto Attuatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei getti, copia dell'attestato di certificazione del sistema di controllo di produzione in fabbrica; qualora le forniture provengano da impianti di preconfezionamento esterni al cantiere il Soggetto Attuatore sarà tenuto a richiedere copia dell'attestato di cui sopra al produttore di calcestruzzo.

3.2.2 Controlli di accettazione

Per la resistenza del calcestruzzo si fa riferimento alle norme tecniche del D.M. 14.01.2008.

I controlli di accettazione, saranno eseguiti secondo le modalità e la frequenza indicate dal DM 14-01-2008, su miscele omogenee di conglomerato definite dal citato Decreto.

L'esecuzione del campionamento deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:
 - tipo di calcestruzzo;
 - numero di provini effettuati;
 - codice del prelievo;
 - metodo di compattazione adottato;
 - numero del documento di trasporto;
 - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura, soletta di ponte, ecc.);
2. Identificazione del cantiere e del Soggetto Attuatore appaltante;
3. Data e ora di confezionamento dei provini;
4. Firma della D.L.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste dal DM 14-01-2008.

3.2.3 Durabilità dei conglomerati cementizi

Secondo il DM 14-01-2008 la durabilità delle opere in calcestruzzo è la capacità di mantenere entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio i valori delle caratteristiche fisico-meccaniche e funzionali in presenza di cause di degradazione, per tutta la vita nominale prevista in progetto. 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.

Secondo quanto previsto dal DM 14-01-2008, il progettista, valutate opportunamente le condizioni ambientali di impiego dei calcestruzzi, deve fissare le prescrizioni in termini di caratteristiche del calcestruzzo da impiegare, di valori del copriferro e di regole di maturazione dei getti.

Al fine di soddisfare le richieste di durabilità in funzione delle condizioni ambientali occorrerà fare riferimento alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104. In particolare, ai fini di preservare le armature metalliche da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, lo spessore di copriferro da prevedere in progetto, cioè la misura tra la parete interna del cassero e la parte più esterna della circonferenza della barra più vicina, dovrà rispettare allo stesso tempo le indicazioni della UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2), garantire l'aderenza e la trasmissione degli sforzi tra acciaio e calcestruzzo e, se del caso, assicurare la resistenza al fuoco della struttura o dei singoli elementi interessati.

3.2.4 Tecnologia esecutiva delle opere

Per quanto non esplicitamente indicato nella presente sezione e in progetto, in ottemperanza al DM 14-01-2008, si farà riferimento alla norma UNI EN 13670-1 "Esecuzione di strutture in calcestruzzo: requisiti comuni" ed alle "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo" pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008).

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni dell'Ufficio Tecnico Comunale; nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., occorre 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.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratorii a parete o ad immersione.

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.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

Casseforme

Nella realizzazione di tali opere, il Soggetto Attuatore dovrà adottare il sistema e la tecnica che riterrà più opportuni, in base alla capacità statica, di sicurezza e alla sua convenienza.

3.3 Fognature

Nell'esecuzione delle fognature per la raccolta delle acque reflue, nonché nell'esecuzione di tubazioni per fluidi diversi dall'acqua, il Soggetto Attuatore dovrà seguire le disposizioni legislative e le norme tecniche vigenti al momento della realizzazione dell'opera.

3.3.1 Tubazioni per fognature

Le tubazioni per le fognature potranno essere delle seguenti tipologie:

- tubi in conglomerato cementizio vibrato;
- tubi in PVC rigido corrugato.

3.3.2 Posa in opera delle tubazioni

Per le operazioni di posa in opera, si dovranno osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi.

Prima della posa in opera, i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati: quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti.

I tubi devono essere calati negli scavi con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. I singoli elementi dovranno essere depositati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo lo scavo. Salvo quanto riguarda la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissi con appositi picchetti, così da realizzare esattamente l'andamento plani altimetrico di progetto o comunque disposto dalla Direzione Lavori. Non sono tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti scarichi; ove ciò si verificasse il Soggetto Attuatore a proprie spese deve rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da progetto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. Salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori, i bicchieri devono essere rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, ovvero disposti in senso contrario alla direzione del flusso. Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti e tratte di condotta rettilinea devono essere rigorosamente disposti su una retta. Si ammettono deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio.

I tubi devono essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza, pertanto devono essere interrati in uno scavo idoneamente compattato e profilato per la sagoma che devono ricevere, sul cui fondo sarà predisposto del materiale granulare fino (max 15mm.) di allettamento, per uno spessore adeguato allo scopo.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.

I tubi di norma saranno rinfiancati in conglomerato cementizio in modo che lo spessore complessivo di tubo e rinfianco non sia inferiore a cm. 15. Qualora la tubazione venga realizzata su aree non carrabili o a profondità superiori a mt. 1,00 si potrà provvedere al rinfianco con materiale granulare fino (max 15 mm) ed alla realizzazione di soletta in conglomerato cementizio sovrastante la tubazione.

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o con altri idonei mezzi.

Così le giunzioni devono essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore; non sono ammesse perdite di alcun genere.

Ogni ml. 25,00 circa e comunque a tutti gli incroci stradali o raccordi con altre fognature dovranno essere realizzati pozzetti di ispezione delle dimensioni interne adeguate alle dimensioni delle tubazioni in essere, costruiti in opera o prefabbricati in cls di cemento con decantazione più basso del fondo fogna di almeno cm. 50. La soletta di copertura sarà idonea a sopportare carichi stradali pesanti con chiusino in ghisa con passo d'uomo di diametro minimo di cm. 60, anch'esso idonea a sopportare carichi stradali pesanti.

4. SOVRASTRUTTURA STRADALE

4.1 Premessa

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni ed ai materiali stradali si fa riferimento alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n. 169 del 1994. Le parti del corpo stradale sono così suddivise:

- a) sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato);
- b) sovrastruttura, così composta:
 1. fondazione;
 2. base;
 3. strato superficiale (collegamento e usura).

In linea generale, salvo diversa disposizione dell'Ufficio Tecnico Comunale, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2,5%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà assegnata la pendenza trasversale del 2,5%.

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

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, in base al tipo di terreno, nel progetto esecutivo.

L'Ufficio tecnico potrà richiedere prove su detti materiali da eseguirsi presso Laboratori ufficiali. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi laboratori ufficiali.

L'esito positivo delle prove di laboratorio circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva il soggetto attuatore dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

Salvo che non sia diversamente disposto, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 0,3 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

4.2 Strati di fondazione

Lo strato di fondazione sarà costituito dalla miscela conforme alle prescrizioni del presente Capitolato e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore indicato nel progetto esecutivo in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate.

Gli strati dovranno essere costipati con attrezzature idonee al tipo di materiale impiegato tali da arrivare ai gradi di costipamento prescritti dalle indicazioni successive.

Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato alla densità stabilita in progetto. Durante la fase di costipamento la quantità di acqua aggiunta, per arrivare ai valori ottimali di umidità della miscela, dovranno tenere conto delle perdite per evaporazione causa vento, sole, calore ed altro. L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre danni alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.

Qualsiasi zona o parte della fondazione, che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità delle prescrizioni del presente capitolato.

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

4.2.1 Fondazione in misto granulare a stabilizzazione meccanica

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

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

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

4.2.1.a Caratteristiche del materiale da impiegare

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

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nei seguenti fusi e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

<i>Setacci U.N.I.</i>	<i>Fuso passante%</i>
Setaccio 63	100 - 100
Setaccio 40	84 - 100
Setaccio 20	70 ÷ 92
Setaccio 14	60 ÷ 85
Setaccio 8	46 ÷ 72
Setaccio 4	30 ÷ 56
Setaccio 2	24 ÷ 44
Setaccio 0,25	8 ÷ 20
Setaccio 0,063	6 ÷ 12

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
- 4) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 40 e 80. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (80) potrà essere variato in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.
- 5) indice di portanza CBR (C.N.R. – U.N.I. 10009 – Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento;
- 6) limite di liquidità $\leq 25\%$, limite di plasticità ≥ 19 , indice di plasticità ≤ 6 .

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5).

4.2.1.b Studi preliminari

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio sui campioni che il soggetto attuatore avrà cura di presentare a tempo opportuno.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

4.2.1.c Modalità operative

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 30 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

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

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

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata :

AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio ¾". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = (di \times Pc \times (100 - Z)) / (100 \times Pc - Z \times di)$$

dove

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

di : densità della miscela intera;

Pc : peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

Z : percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine Z, dovrà essere dato il valore di 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

Il valore del modulo di compressibilità Me , misurato con il metodo di cui agli articoli "Movimenti di terre", ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm².

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

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

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

4.2.2 Fondazione in misto cementato

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà indicato nel progetto esecutivo.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

4.2.2.a Caratteristiche del materiale da impiegare

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

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

<i>Serie crivelli e setacci U.N.I.</i>	<i>Miscela passante: % totale in peso Ø max 71 mm</i>	<i>Miscela passante: % totale in peso Ø max 30 mm</i>
Crivello 71	100	100
Crivello 30	70 ÷ 100	100
Crivello 15	50 ÷ 80	70 ÷ 100
Crivello 10	30 ÷ 70	50 ÷ 85
Crivello 5	23 ÷ 55	35 ÷ 65
Setaccio 2	15 ÷ 40	25 ÷ 50
Setaccio 0,42	8 ÷ 25	15 ÷ 30
Setaccio 0,075	2 ÷ 15	5 ÷ 15

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore o uguale al 30%;
- 4) equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
- 5) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

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

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

Acqua: Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate. In modo indicativo il quantitativo d'acqua si può considerare pari tra il 5% e il 7% .

4.2.2.b Miscela - Prove di laboratorio e in situ

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

La percentuale di cemento e la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini realizzati mediante pressa giratoria con le seguenti caratteristiche a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

- Pressione verticale kPa 600 + 3
- Angolo di rotazione 1,25 + 0,02
- Velocità di rotazione 30 (giri/min)
- Diametro provino 150 (mm)

Resistenze :

	3 gg	7 gg	Dimensioni provini
Rit 25°C (MPa)	0,30 – 0,50	0,32 – 0,60	Diametro 150mm altezza 100-130 mm
Compressione semplice 25 °C (MPa)	1,4 – 3,6	2,5 – 5,5	Diametro 150mm altezza 160-200 mm

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento e dell'acqua di compattazione oltreché allo stabilire la curva ottimale. A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria secondo il seguente schema:

Cemento (%)	2			3			4			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli aggregati
Acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua. I suddetti valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa + 15% , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo.

4.2.2.c Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente

e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti.

4.2.2.d Posa in opera

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0 °C e superiori a 25 °C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25 °C e i 35 °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 le 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 simile) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

4.2.2.e 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/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

4.2.2.f Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

A discrezione dell'Ufficio Tecnico comunale verrà verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele. Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti percentuali fino al passante al setaccio 4 e di ± 2 punti percentuali per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio eseguite per la loro qualifica. La rispondenza delle

granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 mc. di materiale posto in opera.

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 94% della densità dei provini giratoria (miscela di progetto a 180 giri) nel 100% delle misure effettuate. La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valori min 60Mpa dopo 4 ore e 200Mpa dopo 1gg e secondo procedura di prova. Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 400 m. di strada o carreggiata.

Lo spessore stabilito non dovrà avere tolleranze in difetto superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone omogenee con spessore in difetto sarà obbligo compensare gli spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore in conglomerato bituminoso sovrastante.

4.3 Strato di base in conglomerato bituminoso

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nelle Norme C.N.R. sui materiali stradali), normalmente dello spessore di 10÷15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati o metallici a rapida inversione.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto.

Nella composizione dell'aggregato grosso (frazione > 4 mm), il materiale frantumato dovrà essere presente almeno per il 90% in peso.

4.3.1 Materiali inerti

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

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 nelle norme C.N.R., con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n. 34 (28/3/1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaie e/o brecce e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita secondo la norma C.N.R. B.U. n. 34/7, inferiore al 25%;
- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 90% in peso;
- dimensione massima dei granuli 40 mm (valida per uno spessore finito dello strato di base di almeno 7 cm);
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- forma approssimativamente sferica (ghiaie) o poliedrica (brecce e pietrischi), comunque non appiattita, allungata o lenticolare, in ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione ≤ 4 mm): L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e/o ghiaie e/o brecciolini e sabbia naturale e/o di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 (30/3/1972) superiore a 50%;
- materiale non plastico, secondo la norma C.N.R.-U.N.I. 10014;
- limite liquido (WL), secondo la norma C.N.R.-U.N.I. 10014, non superiore al 25%.

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

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

4.3.2 Legante bituminoso

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella che segue e impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi, nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale.

		Bitume 50/70	Bitume 70/100
<i>caratteristiche</i>	<i>U.M.</i>	<i>valore</i>	
PRIMA PARTE			
Penetrazione a 25°C	dmm	50/70	70/100
Punto di rammollimento	°C	45-60	40-60
Punto di rottura Fraas	°C	≤ -6	≤ -8
Ritorno elastico	%	-	-
Stabilità allo stoccaggio	°C	-	-
Viscosità dinamica a 160°C	Pa x s	0,03 - 0,10	0,02 - 0,10
SECONDA PARTE			
Incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9
Penetrazione residua	%	≥ 40	≥ 50

Bitumi modificati

I bitumi di base di tipo 70-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con

idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

- in modo soft "SF" : modifica media con le caratteristiche riportate nella tabella che segue;
- in modo hard "HD": modifica forte con le caratteristiche riportate nella tabella che segue.

Possono essere inoltre impiegati bitumi di base modifica "BM" opportunamente preparati per una successiva modifica. I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali.

BITUMI CON AGGIUNTA DI POLIMERI				
caratteristiche	U.M.	Base ModificaBM	Soft 2,5%-3,5% SF	Hard 4% - 6% HD
Penetrazione a 25°C	dmm	80-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento	°C	40-60	60-80	70-90
Punto di rottura Fraas	°C	≤ -8	≤ -10	≤ -12
Ritorno elastico	%	-	≥ 70	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio	°C	-	≤ 3	≤ 3
Viscosità dinamica a 160°C	Pa x s	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,40
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test				
Incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 8	≤ 5
Penetrazione residua a 25°C	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40

4.3.3 Miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso della miscela, compresa tra i sotto indicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

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

Strato di Base

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Setaccio 31.5	100
Setaccio 20	68 ÷ 88
Setaccio 16	55 ÷ 78
Setaccio 8	36 ÷ 60
Setaccio 4	25 ÷ 48
Setaccio 2	18 ÷ 38
Setaccio 0,5	8 ÷ 21
Setaccio 0,25	5 ÷ 16
Setaccio 0,063	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso secco totale degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – le caratteristiche di impasto di seguito precisate:

- il valore della stabilità Marshall – Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15/3/1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 3% e 7%;
- sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l'acqua; la stabilità Marshall, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 149/92, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale; in difetto, a discrezione della Direzione lavori, l'impasto potrà essere ugualmente accettato purché il legante venga additivato con il dope di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa ed il Soggetto Attuatore dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall.

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

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume), determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73, non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

4.3.4 Controllo dei requisiti di accettazione

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

Il Soggetto Attuatore è poi tenuto 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 il Soggetto Attuatore 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 del Soggetto Attuatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita 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 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.

La Direzione lavori si riserva la facoltà di verificare le varie fasi di preparazione dei conglomerati. A tal uopo il Soggetto Attuatore è tassativamente obbligato a fornire all'Amministrazione appaltante gli estremi (nome commerciale ed indirizzo) della ditta di produzione dei conglomerati unitamente al formale impegno di questa a consentire alla Direzione lavori sopralluoghi in fabbrica in qualsiasi numero ed in ogni momento con la

facoltà di operare dei prelievi di materiali, assistere e verificare le fasi di manipolazione e confezione.

4.3.5 Formazione e confezione delle miscele

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

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

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

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

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

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che 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.

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

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

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

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

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

L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

4.3.6 Posa in opera delle miscele

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

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

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5÷1 Kg/m², secondo le indicazioni della Direzione lavori.

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

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

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

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

Se il bordo risulterà danneggiato 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 esportazione della parte terminale di azzeramento.

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

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in climi freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

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 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 del Soggetto Attuatore.

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 metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o rulli misti (metallici e gommati).

Il tipo, il peso ed il numero di rulli, proposti dal Soggetto Attuatore in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione lavori.

In ogni caso al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al prescritto addensamento in riferimento alla densità di quella Marshall delle prove a disposizione per lo stesso periodo, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione di stesa 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 fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare e che i rulli vengano arrestati sullo strato caldo.

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 dalle quote di progetto contenuti nel limite di ± 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

4.4 Strati di collegamento (binder) e di usura

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare al Soggetto Attuatore il rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

Tutto l'aggregato grosso (frazione > 4 mm), dovrà essere costituito da materiale frantumato. Per le sabbie si può tollerare l'impiego di un 10% di sabbia tondeggiate.

4.4.1 Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R..

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 delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

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

Miscela inerti per strati di collegamento:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 ovvero inerte IV cat. : Los Angeles <25% - coeff. di frantumazione <140;
- tutto il materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee;
- dimensione massima dei granuli non superiore a 2/3 dello spessore dello strato e in ogni caso non superiore a 30 mm;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 95/84, non superiore al 20%;

- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.

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

Miscela inerti per strati di usura:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 ovvero inerte I cat.: Los Angeles <20% - coeff. di frantumazione <120;
- se indicato nell'elenco voci della lavorazione che si vuole almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela, questo deve provenire da frantumazione di rocce di origine vulcanica magmatica eruttiva (ovvero del tipo basaltici o porfidi) che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6. Nel caso in cui tale percentuale risultasse superiore al valore del 30%, la parte eccedente non verrà ricompensata al Soggetto Attuatore, ma si intenderà come necessaria affinché la miscela totale raggiunga i valori minimi prescritti dalla perdita in peso alla prova Los Angeles;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

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

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

Aggregato fino (frazione compresa tra 0,075 e 4 mm): L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. fascicolo IV/1953 ed in particolare:

Miscela inerti per strati di collegamento:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 40%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 50%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Miscela inerti per strati di usura:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 60%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della

pezzatura 2, 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Additivo minerale (filler): Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6÷8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione a 25 °C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

4.4.2 Legante bituminoso

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere di penetrazione 60÷70 salvo diverso avviso, dato per iscritto, dalla Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

4.4.3 Miscela

4.4.3.a Strato di collegamento (binder)

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

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Setaccio 20	100
Setaccio 16	90 ÷ 100
Setaccio 12.5	66 ÷ 86
Setaccio 8	52 ÷ 72
Setaccio 4	34 ÷ 54
Setaccio 2	25 ÷ 40
Setaccio 0,5	10 ÷ 22
Setaccio 0,25	6 ÷ 16
Setaccio 0,063	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – le caratteristiche di impasto di seguito precisate:

- la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3÷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 indicato.

Riguardo i provini per le misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume), determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73, non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nello strato di collegamento, nel caso questo debba restare sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C, non inferiore a 55 BPN "British Portable Tester Number"; qualora lo strato di collegamento non sia stato ancora ricoperto con il manto di usura, dopo un anno dall'apertura al traffico la resistenza di attrito radente dovrà risultare non inferiore a 45 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,45 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderway Force Coefficiente Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,55.
- Le misure di BPN, HS e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

4.4.3.b Strato di usura

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

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Setaccio 16	100
Setaccio 12.5	90 ÷ 100
Setaccio 8	70 ÷ 88
Setaccio 4	40 ÷ 58
Setaccio 2	25 ÷ 38
Setaccio 0,5	10 ÷ 20
Setaccio 0,25	8 ÷ 16
Setaccio 0,063	6 ÷ 11

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

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

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assetamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 Kg]. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300;

- la percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume), determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73, non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui, determinato secondo la norma C.N.R. B.U. n. 39/73, dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e il 8% in volume. Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nel manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C;
- inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN;
- dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderway Force Coefficiente Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN, e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione o nella stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. Lo stesso Soggetto Attuatore dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

4.4.4 Controllo dei requisiti di accettazione

4.4.4.a Strato di collegamento (binder)

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

4.4.4.b Strato di usura

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base. Inoltre indicati con:

M: il valore della stabilità Marshall, espressa in Kg;
Iv: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata, espresso in percentuale;
LA: perdita in peso alla prova Los Angeles relativa all'aggregato grosso, espresso in percentuale;

i lavori eseguiti non saranno ritenuti accettabili qualora si verifichi anche una sola delle disuguaglianze sotto indicate:

$$M < 800 \text{ Kg}$$

$$Iv > 14 \%$$

$$LA > 23 \%$$

Nel caso in cui i risultati delle prove fatte eseguire dalla Direzione lavori presso laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, sui campioni prelevati in contraddittorio, fornissero dei valori intermedi tra quelli prescritti dal presente Capitolato e quelli rappresentanti i limiti di accettabilità sopra indicati, si procederà ad una detrazione percentuale sull'importo dei lavori, che risulti dai registri contabili o in sede di emissione del conto finale, calcolata secondo la seguente formula, che fornisce il fattore di moltiplicazione da applicare a detto importo per ottenere il corrispondente valore rettificato, a seguito di riscontrata carenza dei materiali:

$$C = 1 - 0,3 (1000 - M) / 200 - 0,2 (Iv - 8) / 6 - 0,1 (LA - 20) / 3$$

con

$$M < 1000 \text{ Kg}$$

$$Iv > 8 \%$$

$$LA > 20 \%$$

Quando il coefficiente C risulti minore o uguale a 0,5 il lavoro non sarà accettato. Per l'applicazione del fattore di moltiplicazione (C) sull'importo dei lavori si dovrà utilizzare, per ciascun termine (M, Iv e LA), il valore medio tra quelli rilevati su più sezioni (chilometriche) dell'intero tronco stradale oggetto dell'intervento.

4.4.5 Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

4.4.6 Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nei seguenti limiti:

- strato di collegamento: $\pm 7 \text{ mm}$;
- strato di usura: $\pm 5 \text{ mm}$.

4.4.7 Attivanti l'adesione

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

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione lavori:

- 1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;

- 2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

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

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

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

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

4.5 Scarificazione di pavimentazioni esistenti

Per gli interventi su pavimentazioni stradali già esistenti sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, il Soggetto Attuatore dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese del Soggetto Attuatore.

Qualora la Direzione Lavori ritenga opportuno allontanare il materiale risultante da scarificazione, la ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

4.6 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

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

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate secondo la "*direttiva macchine*".

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati. Il Soggetto Attuatore si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti nel progetto. Particolare cura e cautela deve essere rivolta alla fresatura della pavimentazione su cui giacciono coperchi o prese dei sottoservizi, lo stesso Soggetto Attuatore avrà l'onere di sondare o farsi segnalare l'ubicazione di tutti i manufatti che potrebbero interferire con la fresatura stessa.

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

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

La ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

4.7 Marciapiedi

I marciapiedi dovranno di norma avere una larghezza di mt. 1,50, sia si tratti di nuova realizzazione che di completamento, e dovranno essere delimitati da cordonati con mostra minima cm. 13.

Lo spessore compreso fra il piano del cassonetto ed il piano della pavimentazione dovrà essere formato con misto granulare di cava con aggiunta di membrana geotessile a separazione tra questo ed il massetto in cls.

Il piano di pavimentazione sarà realizzato con massetto in calcestruzzo di cemento C20/25 per l'intera larghezza del marciapiede con spessore minimo di cm. 12 e inserimento di rete elettrosaldata $\phi 8$ mm. con sovrastante strato in conglomerato bituminoso pezzatura 0/5 mm. e spessore compreso cm. 3 previa mano di attacco in emulsione bituminosa al 55%.

I marciapiedi avranno un cordonato di contenimento lato strada di cui al precedente punto 1.2.14. Eccezionalmente potrà essere prescritto l'uso di cordonati di altro tipo e panchina di pietra in zone già caratterizzate da tali materiali.

Il cordonato dovrà essere montato con pezzi delle dimensioni minime di ml. 1,00 ed i raccordi fra le varie strade dovranno essere eseguiti mediante pezzi curvi di raggio pari alla larghezza del marciapiede, salvo diversa disposizione già prevista nei grafici di progetto ed atta a facilitare la svolta degli autoveicoli.

A ritesto del cordonato dovrà essere posta in opera anche una zanella come al precedente punto 1.2.14 della larghezza di cm. 20/25.

L'ancoraggio di entrambi dovrà avvenire con massetto in calcestruzzo di cemento della sezione complessiva di 50x40, così come riportato nel particolare esecutivo di Cordonato-Zanella allegato.

Lungo il piano zanella saranno posizionate le caditoie di cui al precedente punto 1.2.12 ad una distanza tra loro non superiore a ml. 25 e comunque a tutti gli incroci di strade o punti caratteristici indicati dall'U.T.C. – Settore LL.PP.

Se richiesto dall'Ufficio Pubblica Illuminazione Comunale si provvederà alla posa in opera delle tubazioni in P.V.C. per pubblica illuminazione che saranno allo scopo fornite dall'Amministrazione Comunale ed alla realizzazione d'idonei basamenti in calcestruzzo di cemento per punti luce su palo.

5. LAVORI DIVERSI

5.1 Segnaletica orizzontale

Per la segnaletica orizzontale si fa riferimento alla normativa normativa vigente ed alle norme tecniche UNI EN ISO 9002/94, oltre a quanto stabilito dal Codice della Strada e dal relativo Regolamento di attuazione.

La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari. Inoltre la segnaletica orizzontale dovrà essere priva di sbavature e ben allineata.

5.1.1 Condizioni di stabilità

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo. Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccamenti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi. La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna. La vernice non dovrà assorbire grassi, oli 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.

5.1.2 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.

5.1.3 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 Kg 0,120 per metro lineare di striscia larga cm 12, mentre per la striscia larga cm 15 non dovrà essere inferiore a Kg 0,150 e di Kg 1,00 per superfici variabili di mq 1,0 e 1,2. In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 °C e 40 °C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-45 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

5.2 Aree pubbliche in autobloccanti

I masselli autobloccanti possono essere utilizzati sia per la realizzazione di parcheggi sia per la realizzazione di tratti di marciapiede e piste ciclabili.

In questi casi si dovranno utilizzare masselli di cls autobloccanti drenanti a doppio strato dello spessore minimo di mm. 60, realizzati secondo procedure conformi alle prescrizioni di cui alla norma UNI EN 1338. La pressatura e la conformazione degli inerti sono determinati in modo da ottenere una permeabilità del materiale al 95%.

Tutti gli elementi saranno dotati, sulle facce laterali, di idonei distanziatori atti a creare vuoti tra elementi contigui, da riempire con sabbie fini allo scopo di ottenere l'autobloccanza della pavimentazione.

La pavimentazione in masselli si definisce autobloccante in quanto realizza in opera un sistema di elementi in calcestruzzo, posati a secco su letto di sabbia e sigillati a secco con sabbia fine asciutta, in grado di sviluppare una efficace distribuzione dei carichi superficiali attraverso il piano di appoggio e l'attrito generato nei giunti.

Le aree in autobloccanti dovranno essere delimitate da cordoni, messi in opera prima della posa dei masselli autobloccanti, di dimensioni e materiali riportati nei progetti esecutivi, su fascia di allettamento in calcestruzzo ed adeguatamente rinfiancati in modo da non ostacolare la posa degli elementi terminali della pavimentazione.

Il riporto di posa dovrà essere costituito da sabbia di origine alluvionale o dalla frantumazione di rocce ad elevata resistenza meccanica e non alterabili.

Sono assolutamente da evitare quali materiali di allettamento i granulati ottenuti dalla macinazione di rocce calcaree o comunque tenere.

Lo strato di allettamento in sabbia dovrà mantenere uno spessore costante compreso tra 3 e 6 cm al momento della staggiatura: in nessun caso infatti le pendenze dovranno essere ricavate variando lo spessore di tale strato.

5.3 Opere a verde

Comprendono interventi con tecniche di ingegneria naturalistica raggruppabili nelle categorie funzionali:

- Opera di semina e rivestimento
- Interventi stabilizzanti
- lavori di consolidamento
- barriere e muri vegetali

MATERIALI COSTITUENTI

Terreno vegetale Il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria, da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m.

Qualora il prelevamento della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo (di norma non superiore a 0,50 m) ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali.

Il terreno vegetale dovrà essere a reazione neutra, risultare sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea od arbustiva permanente: esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

Materiale vegetale E' costituito da piante esemplari (alberi, arbusti e cespugli di grandi dimensioni, nell'ambito della propria specie con particolare valore ornamentale per forma e portamento) e da piante con particolari caratteristiche di crescita o ambientali.

Nel raggruppamento così definito vengono incluse le seguenti piante:

- tappezzanti;
- rampicanti, sarmentose e ricadenti;
- erbacee: annuali, biennali, perenni;
- bulbose, tuberose, rizomatose;
- acquatiche e palustri

Concimi Possono essere di tipo ammendante, e cioè costituiti da sostanze sotto forma di composti naturali o di sintesi in grado di modificare le caratteristiche fisiche del terreno; oppure di tipo correttivo, e cioè costituite da prodotti chimici, minerali, organici o biologici capaci di modificare le caratteristiche chimiche del terreno.

Sementi Di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Eletti).

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

L'eventuale mescolanza delle sementi di diverse specie secondo le percentuali indicate in progetto, se non già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata con ogni cura.

Prodotti di pacciamatura Di origine naturale o di sintesi, sono destinati alla copertura del

terreno per varie finalità operative, quali il controllo della evapotraspirazione, la limitazione della crescita di essenze infestanti, la protezione da sbalzi termici.

CARATTERISTICHE TECNICHE

I tappeti erbosi dovranno avere caratteristiche rispondenti al progetto e garantire la conformità al momento della ultimazione dei lavori, salvo quanto diversamente specificato dal progetto stesso.

Gli impianti irrigui devono assolvere alle specifiche funzioni previste dagli elaborati di progetto secondo le preventive valutazioni rese necessarie alla loro progettazione; la funzionalità e l'efficacia dovranno rispettare le norme vigenti in materia di sicurezza.

I concimi minerali, organici, misti e complessi devono avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica, fatte esclusioni per i letami, per i quali deve essere valutata di volta in volta la qualità e la provenienza.

I fitofarmaci devono essere rispondenti alle normative vigenti, emesse dal Ministero della Sanità.

Il materiale vegetale deve provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18.6.1931 e 22.5.1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni. Il Soggetto Attuatore deve dichiararne la provenienza con relativa certificazione varietale e fitosanitaria alla Direzione Lavori.

Il Soggetto Attuatore sotto la sua piena responsabilità può utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dalla Direzione Lavori. In particolare il Soggetto Attuatore deve aver cura che le zolle e le radici delle piante che non possano essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

Gli alberi devono presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora e devono essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali, filari, esemplari isolati o gruppi, ecc..).

Gli alberi devono corrispondere alle richieste del progetto secondo quanto segue:

-altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma; - altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina; -circonferenza del fusto: misurata a un metro dal colletto; - diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi; -caratteristiche di fornitura: a radice nuda, in contenitore, in zolla.

Le piante con particolari caratteristiche di crescita o assimilabili devono rispondere alle specifiche indicate in progetto per quanto attiene tipo, specie, caratteristiche vegetative e di fornitura.

Gli arbusti e cespugli, qualunque siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia decidua o sempreverdi), anche se riprodotti per via agamica, non devono avere portamento "filato", devono rispondere alle specifiche indicate in progetto per quanto riguarda altezza, numero delle ramificazioni, diametro della chioma. L'altezza totale deve essere rilevata analogamente a quella degli alberi. Il diametro della chioma deve essere rilevato alla sua massima ampiezza. Tutti gli arbusti e i cespugli devono essere forniti in contenitori, in zolla o a radice nuda.

Quando, per esigenze di sistemazione fosse richiesto il rapido inerbimento delle superfici a prato (pronto effetto) o la costituzione del tappeto erboso per propagazione di essenze prative stolonifere, il Soggetto Attuatore deve fornire piante, zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nelle specifiche di progetto (es. cotica naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecie, ecc..)

Prima di procedere alla fornitura il Soggetto Attuatore deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni del materiale che intende fornire; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, il Soggetto Attuatore deve prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

L'acqua da utilizzare per l'annaffiamento e la manutenzione non deve contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

- MODALITA' ESECUTIVE

Le operazioni devono seguire rigorosamente l'ordine imposto in progetto o definito dalla Direzione Lavori in quanto trattasi di interventi da realizzare in rigoroso ordine cronologico predeterminato.

Pulizia del Terreno

Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera, i preliminari lavori di pulitura del terreno devono essere eseguiti in accordo con la Direzione Lavori.

Il Soggetto Attuatore prima di procedere alla lavorazione del terreno, deve provvedere come da progetto all'abbattimento delle piante da non conservare, al decespugliamento, alla eliminazione delle specie infestanti, all'estirpazione delle ceppaie e allo spietramento superficiale.

Tutte le lavorazioni saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiare la struttura e di formare suole di lavorazione.

Drenaggi

Successivamente ai movimenti di terra e alle lavorazioni del terreno, il Soggetto Attuatore dovrà preparare, sulla scorta degli elaborati progettuali e delle indicazioni della Direzione Lavori, gli scavi necessari alla installazione degli eventuali sistemi di drenaggio e delle opere a rete e le trincee per alloggiare le tubazioni e i cavi degli impianti tecnici (es. irrigazione, illuminazione, ecc.), le cui linee debbano seguire percorsi sotterranei.

Correzione

Dopo aver effettuato la lavorazione, il Soggetto Attuatore dovrà incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessari ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti. La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale o da impegnare con opere a verde e la tipologia di intervento vengono determinate quando le superfici sono pronte per essere sistemate a verde. Non è consentita la modifica dei piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, al collaudo, devono risultare perfettamente regolari. Particolare cura deve essere posta per la conservazione, lo spostamento ed il recupero delle piante esistenti nella zona, preservando gli strati fertili del suolo sull'area del cantiere. Devono essere preliminarmente eseguite, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosione, profilando le stesse con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate. Devono essere individuate le fonti di approvvigionamento di acqua.

Tracciamenti

Prima di procedere alle operazioni successive, il Soggetto Attuatore deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori che verifichi la rispondenza agli elaborati di progetto ed alle indicazioni impartite. Le buche ed i fossi per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora.

Terra da coltivo

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, il Soggetto Attuatore in accordo con gli elaborati di progetto e con la Direzione Lavori, dovrà verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione: in caso contrario dovrà apportare terra di coltivo in quantità sufficiente a formare uno strato di spessore adeguato per i prati, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli

alberi e gli arbusti.

Dopo aver eseguito le operazioni di pulizia delle terre, le lavorazioni preliminari e gli eventuali movimenti ed apporti di terra, il Soggetto Attuatore dovrà livellare e rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, buca o avvallamento.

Messa a dimora

La messa a dimora del materiale vegetale dovrà, avvenire in relazione alle quote definite dagli elaborati di progetto, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto né risultino, una volta assestatosi il terreno, internate oltre il livello del colletto. La messa a dimora delle piante acquatiche e palustri aspetterà le caratteristiche esigenze della specie e varietà secondo quanto definito negli elaborati di progetto e dalle eventuali indicazioni della Direzione Lavori.

Prati

Nella formazione dei vari tipi di prati sono compresi tutti gli oneri relativi alla preparazione del terreno, alla semina o alla piantagione e alle irrigazioni. Le sementi impiegate nella esecuzione dei manti erbosi, siano esse pure o in miscuglio, devono presentare i requisiti legge richiesti in purezza e germinabilità, od essere fornite in contenitori sigillati ed accompagnate dalle certificazioni ENSE.

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolare modo di quelle arboree e arbustive) previste in progetto e dopo la esecuzione degli impianti tecnici delle eventuali opere murarie, delle attrezzature e degli arredi. terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente irrigato. Dopo la preparazione del terreno, l'area sarà seminata con uniformità secondo le indicazioni degli elaborati di progetto o della Direzione Lavori ed eventualmente lavorata a seconda del tipo di manto erboso da realizzare. La formazione di tappeti erbosi con il metodo della propagazione comprende tutte le operazioni di preparazione agraria del terreno, la divisione delle zolle di specie erbacee stolonifere o rizomatose e le cure colturali, irrigazione compresa, previste negli elaborati di progetto.

Suoli nudi

Le operazioni da eseguire per la semina effettuata su suolo non rivestito di terra di coltivo comprendono tutte le seguenti operazioni:

- eliminazione di sassi, radici, elementi dannosi o d'intralcio;
- fresatura;
- apporto di correttivi;
- apporto di fertilizzanti;
- esecuzioni della semina;
- apporto di prodotti di fissaggio;
- apporto di prodotti di protezione.

Il Soggetto Attuatore eseguirà tutte quelle operazioni previste dagli elaborati di progetto o indicati dalla Direzione Lavori.

Zolle erbose

La formazione di manti erbosi con zolle precoltivate comprende tutti i lavori di preparazione agraria del substrato d'impianto, la messa a dimora delle zolle erbose e le lavorazioni successive, compresa l'irrigazione, che ne favoriscano l'attecchimento, secondo quanto previsto dagli elaborati di progetto. Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o su scarpate, le zolle erbose dovranno essere anche adeguatamente fissate al suolo come da prescrizione di progetto o da indicazioni della Direzione Lavori. Gli inerbimenti e le piantagioni delle scarpate e dei terreni in pendio comprendono tutte le lavorazioni del terreno e le operazioni di semina o piantagione con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatto a formare una stabile copertura vegetale secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Protezioni Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di persone e automezzi, il Soggetto Attuatore dovrà proteggere, singolarmente o in gruppo, le piante messe a dimora con opportuni ripari (es. reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc..) e/o sostanze repellenti previste dagli elaborati di progetto o precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione Lavori. Se è previsto dal progetto, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti, ecc..) dovranno essere protette dai danni della pioggia battente, dalla essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di pacciame (paglia, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifera, ecc..) od altro analogo materiale precedentemente approvato dalla Direzione Lavori.

– AVVIAMENTO ALL'ESERCIZIO

Le obbligazioni contrattuali del Soggetto Attuatore non si esauriscono con la messa a dimora delle essenze prative, arbustive e arboree, ma richiedono un ulteriore periodo di interventi finalizzati ad un completo attecchimento delle varie specie vegetali.

Garanzia La durata della garanzia di mantenimento viene inserita nelle previsioni di progetto o di appalto; oppure, in difetto di indicazioni progettuali, verrà definita dalla Direzione Lavori in rapporto alla specifica tipologia dell'opera. Il tempo di garanzia dopo il termine dei lavori di messa a dimora non può essere inferiore al periodo necessario per la prima vegetazione dopo l'installazione delle essenze.

Manutenzione Durante il periodo di concordato garanzia il Soggetto Attuatore dovrà procedere, anche per le eventuali piante preesistenti, interventi programmati di manutenzione comprendenti le seguenti operazioni:

- irrigazione
- ripristino conche e rinalzo
- falciatura, diserbi e sarchiature
- concimazioni
- potature
- eliminazione e sostituzione delle piante morte -rinnovo delle parti difettose dei tappeti erbosi -difesa della vegetazione infestante -sistemazione dei danni causati da erosione -ripristino della verticalità delle piante
- controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere

La manutenzione delle opere dovrà aver inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso, e dovrà continuare fino alla scadenza del periodo di garanzia concordato.

Irrigazione Il Soggetto Attuatore è tenuto ad irrigare tutte le piante messe a dimora e i tappeti erbosi realizzati per il periodo di garanzia concordato. Le conche di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate. A seconda dell'andamento stagionale, delle zone climatiche e delle caratteristiche di specie, il Soggetto Attuatore provvederà alla chiusura delle conche e al rinalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

Falciatura Oltre alle cure colturali normalmente richieste, il Soggetto Attuatore deve provvedere, durante lo sviluppo delle specie prative e quando necessario, alle varie falciature del tappeto erboso. L'eventuale impiego di diserbanti chimici deve attenersi alle normative vigenti. Le superfici di impianto interessate da alberi, arbusti e cespugli perenni, biennali, annuali, ecc. e le conche degli alberi devono essere oggetto di sarchiature periodiche. Le concimazioni devono essere effettuate nel numero e nelle quantità stabilite dal piano di concimazione.

Le potature di formazione e di rimanda devono essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche delle singole specie.

Piante morte Le eventuali piante morte devono essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

E' obbligo del Soggetto Attuatore dover riseminare o piantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare, difettosa, che non rientri nei limiti di tolleranza previsti per la qualità dei prati.

Durante l'operazione di manutenzione il Soggetto Attuatore deve estirpare, salvo diversi accordi con la Direzione Lavori, le specie infestanti e reintegrare lo stato di pacciami, quando previsto dal progetto.

- CONTROLLI PRESTAZIONALI

I controlli finali si differenziano in funzione del tipo di opera a verde, pur essendo comunemente rivolti ad accertare l'attecchimento al 100% di tutte le specie vegetali: tappeti erbosi, arbusti, alberi.

Attecchimento L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 90 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla dimora, le piante si presentino sane ed in buono stato vegetativo. Dopo il termine suindicato la Direzione Lavori, in contraddittorio con il Soggetto Attuatore, procederà alla analitica rilevazione di stato delle opere in verde; soltanto in caso di verifica di completo attecchimento la Direzione Lavori potrà disporre lo sblocco delle garanzie contrattuali prestate dal Soggetto Attuatore. In casi controversi la Direzione Lavori potrà imporre al Soggetto Attuatore di ampliare, senza alcun compenso aggiuntivo, il periodo di garanzia e la contestuale attività manutentoria per un ulteriore ciclo vegetativo. Dopo 90 giorni dall'inizio della seconda vegetazione successiva alla dimora la Direzione Lavori procederà, sempre in contraddittorio con il Soggetto Attuatore, alla verifica finale di attecchimento. In tale seconda occasione la Direzione Lavori dovrà decidere in via definitiva se accettare l'opera a verde o applicare motivate detrazioni. Le garanzie prestate dal Soggetto Attuatore vanno conseguentemente sbloccate, in tutto o in parte, dopo la verifica al secondo ciclo vegetativo, che viene quindi a costituire il limite temporale ultimo di accettazione o ripulsa delle forniture e dei lavori.

Controlli Fino alla ultimazione delle verifiche rituali di attecchimento il Soggetto Attuatore dovrà proseguire l'azione manutentoria mediante i seguenti adempimenti primari:

- dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati da erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica competenza e quindi non dovuti a danni di forza maggiore;
- è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante qualora se ne riconosca la necessità;
- dovrà controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accertati.

Il Soggetto Attuatore cesserà dalle suindicate obbligazioni soltanto dopo l'emissione degli atti di verifica finale di attecchimento.

5.3 Pubblica Illuminazione

Comprende tutti gli interventi necessari alla realizzazione di un impianto di pubblica illuminazione su palo, in area stradale, di parcheggio ed a verde pubblico.

Considerato come la tipologia dell'impianto di illuminazione è soggetta a variare in base all'area di intervento, le caratteristiche costruttive, le dimensioni e le modalità esecutive saranno di volta in volta specificate in sede di progetto esecutivo per opere di urbanizzazione e comprenderà tutte quelle opere e forniture qui non specificatamente riportate, necessarie per dare l'impianto in opera finito e funzionante a perfetta regola d'arte.

Indicativamente l'impianto comprenderà:

- Esecuzione di basamento per palo di pubblica illuminazione in calcestruzzo di cemento, delle dimensioni cm. 100x100x100 compreso raccordo ai tubi delle canalizzazioni, completo di foro diametro. cm 20 per l'alloggio del palo, pozzetto cm. 40x40 con lapide in ghisa con scritta "Pubblica Illuminazione", puntazza di terra minimo cm. 200.

- Fornitura, posa in opera e collegamento di punto luce per illuminazione periferica con palo tubolare conico diritto, ricavato da tubo in acciaio senza saldature ERW Dalmine con zincatura a caldo, altezza totale variabile da m. 6,80 (f.t. 6,00) a m. 10,80 (f.t. 10,00), spessore 4 mm. e diametro alla base variabile da mm. 128 a mm. 168 con uno o due corpi illuminanti.

Completo di asola, copri asola, lavorazione per il passaggio dei cavi e bulloni per il collegamento di terra ecc.; -n° 1 armatura del tipo con copertura ed attacco palo in pressofusione di alluminio, verniciato. Apparecchio con copertura liscia (con alette di raffreddamento interne all'apparecchio), per evitare che l'accumulo di polvere e sporcizia possa degradare l'efficienza del radiatore e le prestazioni del modulo LED. Vetro piano trasparente temprato termicamente; grado di protezione totale dell'apparecchio IP66. Dotato di filtro di respirazione per garantire tenuta del grado IP. Guarnizioni in gomma siliconica, resistenti al calore. Apparecchio fornito pre-cablato con cavo L=6m / 10m, per facilità di installazione e montaggio. Non è necessario aprire l'apparecchio per installazione e connessione alla rete. Vita economica: 100.000 ore @ L80F10 @ Ta=25 °C (flusso luminoso residuo superiore al 80% del flusso iniziale a T ambiente esterna media pari a 25 °C.) Temperatura Colore: Tc = 4000 K, circa; per garantire la correttezza e stabilità del punto di colore; resa Cromatica CRI > 75; nano-ottica a doppio menisco per illuminazione stradale, in PMMA. Concetto di illuminazione Multi-layer, ogni ottica illumina tutta la sede stradale, per garantire i parametri di uniformità anche in caso di spegnimento di qualche LED; efficienza ottica > 90%. Piastra LED e driver forniti di sensore di temperatura, per evitare sovra-temperature sulla piastra e garantire la durata dei LED. Apparecchio fornito con driver elettronico incapsulato per applicazioni outdoor, cablato in Classe 2. Caratteristiche driver: Efficienza (a massimo carico) > 90%; fattore di potenza > 0,9, distorsione armonica totale (THD) < 20%; durata di vita > 100.000 h. Installazione attacco laterale a filo con canotto palo; sistema di fissaggio con camma interna al palo e vite a brugola di serraggio sulla parte superiore dell'attacco. Apparecchio completamente disassemblabile e riciclabile: realizzato senza l'utilizzo di colle; tutti i componenti in alluminio e plastica sono codificati tramite sigle di riciclabilità per un corretto smaltimento. Conformità EN60598 – ENEC – CE – RoHS – EN61471. -n° 1 apparecchiatura a led con 9100 lumen circa, ottica stradale 70 W, - Portavalvole volante, - Fusibili in vetro 5 A. - n° 1 treccia di rame 35 mmq per il collegamento del palo al dispersore di terra ; -n° 1 cassaforma in calcestruzzo alla base del palo di dimensioni diam. 25 h=15 cm.; - ml.11 di cavo FG7OR/4 sezione 3x2,5 mmq. opportunamente rivestito con guaina al collegamento della morsettiera; -n° 6 morsetti a cappuccio sino a 25 mmq per il collegamento elettrico; - bullone Inox, chiavarde, accessori e minuterie varie. Il tutto con marchio di qualità montato a vera regola d'arte in modo da rendere il lavoro perfettamente finito e funzionante.

- Fornitura, posa in opera e collegamento di punto luce per illuminazione per giardini – pista ciclabile, per illuminazione periferica con palo tubolare conico diritto, ricavato da tubo in

acciaio senza saldature ERW Dalmine con zincatura a caldo, altezza totale m. 4,50 (f.t. 4,00), spessore mm. 3 e diametro alla mm. 105 e relativo corpo illuminante. Completo come il punto luce qui sopra.

- Pozzetto di transito dei cavi per l'impianto elettrico, dimensioni interne cm. 40x40x50 con chiusino in ghisa per carichi pesanti con foro diametro cm. 40, pareti e platea rinfiata in calcestruzzo di cemento per uno spessore minimo di cm. 15, compreso: scavo, getto e quanto altro occorra per darlo compiuto a perfetta regola d'arte.
- Quadro elettrico di alimentazione, comando e controllo impianto montato a regola d'arte e rispondente alle norme C.E.I. sulla Pubblica Illuminazione.

L'impianto di illuminazione dovrà funzionare con lo stesso orario della pubblica illuminazione mediante allacciamento a tale rete.

Se necessario, per la rilevante potenza, dovrà essere costruita una cabina di trasformazione per l' ENEL, cedendo a tale ente anche il terreno necessario. Gli armadi di cui sopra devono essere del tipo usato dal comune e realizzati secondo le prescrizioni date dall'ente gestore.

Gli incroci stradali devono avere una illuminazione medio superiore del 50% rispetto alla strada intersecante a maggior livello e illuminamento.

Il collaudo dell'impianto deve verificare tra l'altro la caduta di tensione percentuale all'estremità della linea, l'isolamento dei conduttori fra loro e verso terra ed infine la resistenza di terra dei sostegni.

Infine per particolari casi il comune potrà prescrivere la esecuzione di rendimento superiore con valori di illuminamento più alti in considerazione di tratti stradali o di incroci di speciale importanza viabile o residenziale.

ALLEGATI

TABELLA I

Caratteristiche	B 40/50	B 50/70	B 80/100	B 130/150	B 180/220
Penetrazione a 25 °C [dmm]	oltre 40 fino a 50	oltre 50 fino a 70	oltre 80 fino a 100	oltre 130 fino a 150	oltre 180 fino a 220
Punto di rammollimento (palla-anello) [°C]	51/60	47/56	44/49	40/45	35/42
Punto di rottura Fraas [max ° C]	-6	-7	-10	-12	-14
Duttilità a 25 °C [min cm]	70	80	100	100	100
Solubilità in CS ₂ [min %]	99	99	99	99	99
Volatilità max : a 163 °C A 200 °C	-- 0,5	-- 0,5	0,5 --	1 --	1 --
Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità: valore min espresso in % di quello del bitume originario	60	60	60	60	60
Punto di rottura max del residuo della prova di volatilità [°C]	-4	-5	-7	-9	-11
Percentuale max in peso di paraffina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densità a 25 °C	1,00÷1,10	1,00÷1,10	1,00÷1,07	1,00÷1,07	1,00÷1,07

TABELLA II

Prove di accettazione		Metodi di prova	A rapida rottura		A media velocità di rottura		A lenta rottura	
			ECR 55	ECR 65	ECM 60	ECM 65	ECL 55	ECL 60
Composizione:								
a	Contenuto d'acqua, % in peso	CNR fasc. 3 art. 19	max 45	max 35	max 40	max 35	max 45	max 40
b	Contenuto di legante (bitume+ flussante), % in peso	100 - a	min 55	min 65	min 60	min 65	min 55	min 60
c	Contenuto di bitume (residuo della distillazione), % in peso	ASTM D 244-72	min 53	min 62	min 54	min 55	min 55	min 60
d	Contenuto di flussante, % in peso	b - c	max 2	max 3	max 6	max 10	0	0
Caratteristiche:								
e	Velocità di rottura: demulsività, % peso	ASTM D 244-72	>40	> 40	--	--	--	--
	adesione, %	LCPC	> 90	> 90	--	--	--	--
	rivestimenti aggregati acidi o basici:	ASTM D 244-72	--	--	> 80	> 80	--	--
	A) Asciutti, % B) Umidi, %		--	--	> 60	> 60	--	--
	impasto con cemento o con polvere silicea, g	ASTM D 244 72/SFERB -76	--	--	--	--	max 2	max 2
f	Trattenuto al setaccio ASTM n. 20, % in peso	ASTM D 244-72	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2
g	Sedimentazione a 5 giorni, % in peso	ASTM D 244-72	max 10	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
h	Viscosità Engler a 20 °C, °E	IP 212/66	3-10	8-25	5-12	7-15	3-10	5-12
i	Carica delle particelle	ASTM D 244-72	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva
Caratteristiche del bitume estratto (residuo della distillazione):								
l	Penetrazione a 25 °C, dmm	CNR BU 24	max 220	max 220	max 220	max 220	max 220	max 220
m	Punto di rammollimento (palla-anello), °C	CNR BU 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35

TABELLA III

Bitumi modificati - specifiche suggerite dal CEN

	GRADAZIONE (*)								
	Norma EN	Norma corrisp.	Unità di misura	10/30 -70	30/50 -65	50/70 -65	50/70 -60	70/100 -60	100/150 -60
CARATTERISTICHE OBBLIGATORIE									
Penetrazione a 25°C	EN 1426	CNR 24/71	dmm	10/30	30/50	50/70	50/70	70/100	100/150
Punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C min	70	65	65	60	60	60
Coesione a +5°C	Pr EN		J/cm ² min	5	5	5	5	5	5
Punto di infiammabilità	EN 22592	CNR 72/79	°C min	235	235	235	235	220	220
CARATTERISTICHE FACOLTATIVE									
Ritorno elastico 25°C (**)	PrEN	DIN 52013	% min	50	50	75	50	65	65
Punto di rottura Frass	EN 12593	CNR 43/74	°C min	-4	-8	-15	-12	-15	-17
<i>Stabilità allo</i>									
Differenza del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	5	5	5	5	5	5
Differenza di penetrazione	EN 1426	CNR 24/71	dmm max	5	5	5	5	7	12
Penetrazione residua	EN 1426	CNR 24/71	% min	60	60	60	60	55	50
Incremento del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	8	8	10	10	12	14
Riduzione del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	4	4	5	5	6	6
Ritorno elastico a 25°C sul residuo (**)	PrEN	DIN 52013	% min	50	50	50	50	50	50

(*) *La denominazione dei vari gradi di bitume modificato indica l'intervallo di penetrazione e il punto di rammollimento.*

(**) *Applicabile solo a bitumi modificati con ritorno elastico > 50 %.*

TABELLA IV

Caratteristiche	Norme di riferimento	Valori
Contenuto di acqua (% in peso)	CNR – BU 100	< 35
Contenuto di bitume (% in peso)	CNR – BU 100	> 65
Contenuto di flussante (% in peso)	CNR – BU 100	< 2
Velocità di rottura demulsiva (% in peso)	ASTM D 244-72	> 50
Omogeneità (% in peso)	ASTM D 244-72	< 0,2
Sedimentazione a 5 gg (% in peso)	ASTM D 244-72	< 5
Viscosità Engler a 20 °C (°E)	CNR – BU 102	> 15
Grado di acidità (pH)	ASTM E 70	< 7

TABELLA V

Caratteristiche	Valori
Punto di rammollimento (°C)	240
Punto di fusione (°C)	260
Resistenza ai raggi UV	ottima
Resistenza agli agenti chimici	ottima
Tenuta allo scorrimento (carico costante)	ottima
Ripresa di umidità a 20 °C (65% di u.r.) (%)	0,4

TABELLA VI

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori	
Penetrazione a 25 °C (dmm)	CNR 24/71	55-65	
Punto di rammollimento (°C)	CNR 35/73	55-65	
Punto di rottura Fraas (°C)	CNR 43/74	< -15	
Viscosità dinamica a 80 °C (Pa s)	SN 67.1722a	20-80	
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa s)	SN 67.1722a	0,20-0,60	
Stabilità allo stoccaggio (°C)	Tuben test	dopo 24 h	< 3
		dopo 7 gg	< 3

TABELLA VII*(composizione per 1 mc di malta)*

<i>Malta comune</i>	Calce aerea (mc)	Sabbia (mc)
Magra per murature	0,32	0,96
Grassa per murature	0,36	0,90
Per opere di rifinitura	0,43	0,86
Per intonaci (interni)	0,50	0,75

<i>Malta di calce idraulica</i>	Calce idraulica (Kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	324	1,08
Grassa per murature	412	1,03
Per opere di rifinitura	450	1,00
Per intonaci	528	0,96

<i>Malta cementizia</i>	Cemento Portland (Kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	364	1,04
Grassa per murature	400	1,00
Per opere di rifinitura	475	0,95
Per intonaci	540	0,90

<i>Malta pozzolanica</i>	Pozzolana (mc)	Calce spenta (mc)
Per muri a sacco, malta grossa	1,10	0,22
Per murature, malta media	1,05	0,26
Per murature di mattoni, malta fina	1,00	0,33
Per intonaci, malta fina	1,05	0,15

(composizione per 1 mc di sabbia)

<i>Malta bastarda</i>	Cemento Portland (Kg)	Malta idraulica (Kg)
Malta media	100	300
Malta energica	200	200