



**CITTÀ DI TERRACINA
PROVINCIA DI LATINA**

III DIPARTIMENTO
Lavori Pubblici, Manutenzione e Demanio

**ACCORDO QUADRO PER
LAVORI DI MANUTENZIONE ORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA
DELLA RETE VIARIA COMUNALE**

**CAPITOLATO SPECIALE
(PARTE TECNICA)**

A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE MOVIMENTI DI TERRE

ART.1 TRACCIAMENTI

L'Impresa è tenuta 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, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

ART.2 SCAVI E RIALZI IN GENERE

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare 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 salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature provvisorie. L'Impresa 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.

Nel caso che, a giudizio della Direzione lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa 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 o dagli ordinativi scritti della Direzione lavori o appropriate per impedire degli scoscendimenti in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno. L'Impresa rimane la sola responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere e sarà altresì obbligata a provvedere alla rimozione del materiale franato, a sua cura e spese.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione lavori presso Laboratori autorizzati.

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

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

La Direzione lavori in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali di trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione d'apporto tra cui la fornitura e la posa in opera di teli geosintetici.

ART.3 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 che saranno dati dalla Direzione lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti secondo le indicazioni degli elaborati progettuali, salvo approfondimenti, spostamenti o modifiche di altro genere date per iscritto dalla Direzione lavori in corso d'opera. 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 rinvergono 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 pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità 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), la Direzione lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi, fino a profondità non superiore a 1,5,2,0 m dal piano di campagna, o approfondire lo scavo dalle indicazioni degli elaborati progettuali o dai rilevamenti geognostici, per sostituire i 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 non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata e ove la Direzione lavori lo renda necessario si dovrà compattare anche il fondo mediante rulli a piedi di montone.

Qualora si rinvergono strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore (non superiore a 2,00 ml) 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 se ordinato dalla Direzione lavori mediante ordine scritto.

È categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

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

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

Nei terreni acclivi si consiglia di sistemare il piano di posa a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale se si accerta che il livello di falda è superficiale.

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 in quanto ordinato dalla Direzione lavori con ordine scritto, portando il sovrappiù a scarico a cura e spese dell'Impresa.

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 dell'ammasso si consiglia di 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 AASHO modificata.

La Direzione dei lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante misurazione del modulo di compressibilità M_e (N/mm^2) 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 M_e pari a:

$$M_e = f_o \times \Delta p \times D / \Delta s$$

dove si ha:

- f_o : fattore di forma della ripartizione del costipamento (piastre circolari pari a 1);
- Δp : incremento della pressione trasmessa dalla piastra (N/mm^2) (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/mm^2
- da 4 m a 10 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,15 a 0,25 N/mm^2

In entrambi i casi il modulo M_e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico non dovrà essere inferiore a 30 N/mm^2 .

ART.4 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_6 e A_8 (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) la Direzione dei lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione dei lavori.

La Direzione dei lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei cassonetti in trincea 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/mm^2 , non dovrà essere inferiore a 50 N/mm^2 .

ART.5 FORMAZIONE RILEVATI

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A_1 , A_2 , e A_3 (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006), con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A_1 , A_{2-4} , A_{2-5} e A_3 se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A_1 , A_{2-4} , A_{2-5} e A_3 da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A_4 provenienti dagli scavi, la Direzione lavori prima del loro impiego potrà ordinare l'eventuale correzione.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20 con percentuale di pezzatura grossa (compreso tra 5 e 20 cm) non superiore del 30% in peso del materiale costituente il rilevato, sempreché tale percentuale abbia granulometria sufficientemente assortita. Tali elementi rocciosi dovranno essere

distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

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

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

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione lavori. È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione lavori che si riserverà la facoltà di fare analizzare tali materiali da Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa. Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

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).

La Direzione lavori provvederà al controllo della massa volumica in sito alle varie quote raggiunte e per tutta l'estensione del rilevato; il numero di controlli dovrà essere commisurato all'entità dell'opera: orientativamente dovrà prevedersi almeno una prova ogni 2.000 m³.

Per i controlli può usarsi l'apparecchio a sabbia o quello a radioisotopi opportunamente tarato.

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

La Direzione dei lavori si riserva di controllare il comportamento globale dell'ultimo strato del rilevato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, 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.

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

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

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento della densità prescritta e prevista per ogni singola categoria di lavoro.

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

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

Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 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.

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

In alcuni casi la Direzione lavori potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40, le caratteristiche saranno conformi alle prescrizioni riportate dall'elenco prezzi o dalle indicazioni del presente Capitolato Speciale.

ART.6 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 fuggatore) 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 se ritenuti idonei dalla Direzione lavori nello stesso cantiere per la costituzione dei rilevati.

ART.7 SCAVI DI FONDAZIONE (SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA)

Per scavi di fondazione si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, in relazione alle indicazioni e prescrizioni riguardanti le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione (D.M. 11/3/1988, Circ. M. LL.PP. 24/9/1988, n. 30483).

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

Prima di iniziare le opere di fondazione, la Direzione dei lavori dovrà verificare ed accettare i relativi piani di posa, sotto pena di demolire l'opera eseguita per l'Appaltatore.

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

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata.

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

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

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua, e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di cm 20, l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di cm 20 sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione, questi scavi verranno compensati a parte con il relativo prezzo a scavi subacquei.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dall'alveo dei fiumi o canali. L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto di pompaggio nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Lo scavo a sezione obbligata è da intendersi anche per l'esecuzione delle trincee drenanti (a sezione trapezia o rettangolare) da realizzarsi per l'abbassamento della falda idrica e relativo smaltimento delle acque non superficiali; tali sezioni potrebbero essere realizzate previa esecuzione di scavi di sbancamento atti alla preparazione del piano di posa dei mezzi meccanici.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spese ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò ricuperarle ad opera compiuta.

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

L'Impresa sarà tenuta ad usare ogni accorgimento tecnico per evitare l'immissione entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti, salvo i danni riconosciuti di forza maggiore.

ART.8 STABILIZZAZIONE DELLE TERRE CON CALCE

a) Premessa

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

L'Impresa, per l'esecuzione dei lavori di stabilizzazione delle terre con calce, dovrà attenersi alle norme tecniche del C.N.R. – B.U. n. 36 del 21/1/1973.

b) Caratteristiche dei materiali componenti la miscela

TERRA

La terra, sottoposta a trattamento, deve essere di tipo limo-argillosa ed avere indice di plasticità normalmente superiore a 10 (tipo A₆ ed A₇ di cui alla norma tecnica C.N.R.-U.N.I 10006). La curva granulometrica deve rientrare nel fuso riportato al punto 2.1. della norma C.N.R. – B.U. n.36/73.

CALCE

La calce da utilizzare dovrà essere del tipo calce idrata che deve rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. n. 2231 del 16/11/1939.

ACQUA

L'acqua necessaria per portare la miscela al tenore di umidità voluto deve essere esente da impurità dannose e da materie organiche.

c) Progettazione e controllo delle miscele

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione lavori e sottoporle alla sua approvazione, tutte quelle prove di prequalificazione per individuare le quantità di acqua e di calce con cui si dovrà effettuare l'impasto. Tutte le spese ed oneri, inerenti le prove di laboratorio, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

La determinazione preventiva della quantità di acqua e di calce vanno valutate in base a prove C.B.R. (C.N.R.-U.N.I. 10009 punto 3.2.1.), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione. Pertanto, prendendo almeno tre miscele sperimentali con diversi tenori di calce si dovrà definire i valori massimi dell'indice C.B.R., della densità del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione. I valori indicativi della quantità di calce che consente di ottenere una miscela dalle caratteristiche di portanza e costipabilità adeguati sono i seguenti:

Stabilizzazione di materiali	Calce idrata
Strati di sovrastruttura	4 ÷ 10%
Bonifiche di terreni (piani di posa e/o rilevati)	1 ÷ 3%

I valori minimi dell'indice C.B.R. a 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, devono essere conformi al punto 4.1. della norma C.N.R. – B.U. n. 36/73, ovvero nei termini della tabella di seguito riportata:

Caratteristiche	Sovrastruttura stradale	Sottofondo	Bonifiche
Indice C.B.R.	≥ 50 %	≥ 20 %	≥ 10 % (*)
Rigonfiamento	< 1 %	< 2 %	

(*) Dopo 2 ore e senza imbibizione.

d) Operazioni di cantiere

L'Impresa dovrà eseguire la lavorazione con la tecnica della miscelazione in sito, dove si prevede la seguente successione delle fasi operative:

1) Scarificazione e polverizzazione

Tali operazioni sono necessarie, nei casi in cui il materiale naturalmente collocato laddove dovrà essere messo a dimora, soddisfi le esigenze progettuali. La scarifica del terreno, che deve interessare lo strato da stabilizzare per tutta la sua altezza, durante tale operazione si dovrà procedere all'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali estranei presenti quali radici, residui legnosi ed erbosi. Con la depolverizzazione si dovrà procedere allo sminuzzamento delle eventuali zolle di argilla di dimensioni superiori ai 5 cm. I macchinari utilizzati per tale operazione di scarifica e depolverizzazione sono: lame scarificatrici, erpici a disco, rippers con successivo passaggio dei mescolatori a rotore per la definitiva operazione di frantumazione. Tutti i mezzi impiegati devono essere ritenuti idonei e validi dalla Direzione lavori.

2) Spandimento della calce e dell'acqua

Lo spandimento della calce dovrà essere in accordo con i dosaggi emersi dalle preliminari prove di laboratorio, nel corso delle quali si è definita la miscela determinandone i rapporti ponderali tra i vari componenti. La calce può essere

aggiunta al terreno in forma pulverulenta (metodo asciutto), da eseguirsi mediante spanditore di idonee caratteristiche per ottenere una uniforme distribuzione della calce sulla superficie sia in senso longitudinale che trasversale. I spanditori trainati e riforniti per mezzo di tubi flessibili in gomma o metallici, che si dipartono dai mezzi di trasporto della calce in cantiere, dovranno essere dotati di attrezzature per evitare la dispersione eolica della calce e tali da consentire il dosaggio della calce in funzione della velocità di avanzamento del gruppo semovente.

L'aggiunta di acqua alla miscela per ottenere i valori di umidità stabili nelle prove di laboratorio, si dovrà effettuare con autobotti dotate di barre spruzzatrici, tali da consentire di irrorare d'acqua tutta la parte di sezione trasversale sulla quale precedentemente si è provveduto alla stesa della calce. Sono ammessi altri sistemi e tecniche per lo spandimento della calce, purché ritenuti validi dalla Direzione lavori.

Qualora non si operi con il cosiddetto "treno di stabilizzazione", ovvero non si proceda ad una produzione continua di miscela in sito, lo spandimento della calce in polvere dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere lavorata nel giorno stesso.

3) Miscelazione

La miscelazione dovrà avvenire con macchinari che, muovendosi lungo i materiali stesi, li miscelano inserendosi nel terreno senza sollevarlo. Si dovrà prevedere più passaggi del mescolatore sullo strato da trattare fino al raggiungimento della totale omogeneizzazione dei componenti. Il mescolatore a rotore del tipo semovente o trainato deve essere in grado di lavorare strati di profondità, se riferiti a materiali sciolti, variabili da 15 a 50 cm. L'Impresa, durante la miscelazione dovrà realizzare la mescolazione di una striscia dopo qualche ora rispetto a quella adiacente già lavorata ed interessando nella mescolazione di quella zona circa 5 ÷ 10 cm della prima. Particolare cura durante le operazioni dovrà essere rivolta a non creare dei giunti trasversali di ripresa tra due strisce consecutive.

4) Compattazione delle miscele e la finitura degli strati

Il costipamento deve essere effettuato su miscele aventi una umidità pari a quella ottenuta nelle prove di laboratorio. La Direzione lavori, a seconda delle situazioni particolari dell'intervento, ordinerà all'Impresa l'esecuzione della compattazione mediante rulli statici a piede di montone seguiti dal passaggio di rulli pesanti a ruote gommate o da rulli vibranti. L'eventuale finitura degli strati deve avvenire con l'impiego delle macchine livellatrici; è assolutamente vietato intervenire con l'apporto di nuovo materiale.

e) Controlli in corso d'opera

L'Amministrazione appaltante tramite la Direzione lavori potrà effettuare tutti i controlli previsti al punto 5 della norma C.N.R. – B.U. n. 36/73, ovvero nei termini di seguito indicati:

Caratteristiche	Sovrastruttura stradale	Sottofondo	Bonifiche
Peso specifico del secco in sito (grado di costipamento)	≥ 95 % (*)	≥ 95 % (*)	≥ 95 % (*)
Modulo di deformazione Md (Kg/cm ²)(CNR-BU n 9/67)	≥ 800	≥ 400	≥ 150
Indice C.B.R.	Valore almeno pari ai dati di progetto		

(*)Valore percentuale riferito al peso di volume massimo del secco ottenuto in laboratorio con la miscela di progetto.

L'Impresa dovrà mettere a disposizione attrezzature, materiali, personale e farsi carico dei relativi oneri di tutte le prove ordinate dalla Direzione lavori.

B) OPERE D'ARTE

ART.9 PALIFICAZIONI

A) PALIFICAZIONE IN LEGNO

Le palificate in legno per fondazione, cioè quelle destinati a reggere direttamente una fondazione, saranno esclusivamente costituite da essenze forti (quercia, rovere, larice rosso, pino rosso, ontano e castagno), secondo quanto ordinato dalla Direzione dei lavori, diritte sane e scortecciate e debitamente conguagliati alla superficie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza.

I pali debbono essere debitamente foggiate a punta ad un capo, e se si stimerà necessario dal Direttore dei lavori, muniti di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, di quel peso e quella forma che saranno stabiliti; all'altro capo, sottoposto ai colpi di maglio, debbono essere opportunamente accomodati e muniti di cerchiatura o viera di ferro che impedisca durante la battitura ogni spezzatura o guasto.

I pali debbono essere battuti fino a rifiuto col maglio di potenza adeguata.

Il rifiuto si intende raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata), caduti successivamente dalla medesima altezza, non superi il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo deve offrire.

Le ultime volate debbono essere sempre battute in presenza di un incaricato della Direzione dei lavori, né l'Appaltatore può in alcun caso recidere un palo senza che ne abbia ottenuto autorizzazione dall'agente dell'Amministrazione preposto alla sorveglianza dell'opera.

L'agente deve tenere uno speciale registro da firmarsi giornalmente dall'incaricato dell'Appaltatore, nel quale registro è notata la profondità raggiunta da ogni palo giuste le constatazioni che debbono essere fatte in contraddittorio, ed il rifiuto presentato dal palo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere.

Ogni palo che si spezzasse durante l'infissione o deviasse, dovrà essere, a richiesta dal Direttore dei lavori, tagliato o asportato e sostituito da altro idoneo, a cura e spese dell'Impresa.

B) PALIFICAZIONE CON PALI IN CEMENTO ARMATO FORMATI FUORI OPERA ⁽⁴⁾

Per la confezione dei pali fuori opera si seguiranno le norme stabilite per i lavori in cemento armato. La preparazione dei pali dovrà farsi di massima in forme verticali battendo il conglomerato a piccoli strati orizzontali e che i pali stessi dovranno essere muniti di puntazze metalliche robustamente ancorate al conglomerato di cemento.

La infissione di questi pali si farà d'ordinario secondo i sistemi in uso per i pali in legname. Soltanto i magli dovranno essere di peso non inferiore al peso dei pali, e speciali cautele saranno adottate per impedire la spezzatura delle teste, collocandovi sopra prismi e segatura di legname entro cerchiature di ferro ed attuando quelle altre disposizioni che all'atto pratico fossero ritenute necessarie, a giudizio del Direttore dei lavori.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente nei terreni sabbiosi e ghiaiosi, la infissione, oltre che con la battitura, potrà farsi col sussidio dell'acqua in pressione, facendo arrivare, mediante un tubo metallico oppure da apposito foro lasciato lungo l'asse di ogni palo, un getto di acqua a pressione sotto la punta del palo.

Gli ultimi colpi di assestamento dovranno però essere dati col solo maglio. Se durante l'infissione si verificassero in qualche palo lesioni, scheggiature, guasti di qualsiasi genere o deviazione che a giudizio del Direttore dei lavori non fossero tollerabili, il palo stesso deve essere rimosso e sostituito da altro palo a totali spese dell'Impresa.

C) PALIFICAZIONE CON PALI BATTUTI FORMATI IN OPERA ⁽⁵⁾

I pali battuti formati in opera, del tipo Simplex e derivati, Franchi ecc., saranno eseguiti conficcando nel terreno con uno dei sistemi in uso, o speciali brevettati, un tubo forma, del diametro corrispondente a quello del palo che si vuole costruire, sino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che il palo deve sostenere, quale risulta dai calcoli.

(4) Cfr. F. BAICCO, Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali, Pirola, maggio 1996, 71.

(5) Cfr. F. BAIOTTO, Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali, Pirola, maggio 1996, 71-72.

I tubi metallici saranno provvisti all'estremità inferiore di puntazze di ghisa o di cemento armato o di acciaio atte a garantire la chiusura stagna durante la battitura, e di tipo da abbandonarsi sul terreno. Raggiunta la profondità necessaria, il tubo forma verrà riempito con conglomerato cementizio, battuto e compresso secondo l'uso, o sistemi brevettati riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

A richiesta della Direzione dei lavori, detti pali potranno essere armati per l'intera lunghezza o per parte di essa, mediante opportuna ingabbiatura metallica da collocarsi nel tubo forma, prima del getto del conglomerato. Per la battitura dei tubi forma i magli non dovranno essere inferiori al peso di kg 2000 per tubi del diametro di m 0,45 e kg 1200 per tubi del diametro di cm 30.

Tanto per i pali trivellati come per quelli formati in opera, la battitura del conglomerato deve essere sorvegliata da agenti della Amministrazione i quali dovranno segnare su apposito registro, in contraddittorio, le massime profondità raggiunte, il quantitativo di conglomerato posto in opera ecc.

L'Appaltatore non potrà porre in opera le armature in ferro, né effettuare il versamento del conglomerato senza aver fatto prima constatare le profondità raggiunte ed i quantitativi di conglomerato e di ferro impiegati. In difetto di ciò saranno a suo carico tutti gli oneri e le spese per i controlli ed accertamenti che la Direzione dei lavori riterrà insindacabilmente indispensabili.

Per la confezione ed il getto del conglomerato cementizio varranno le norme stabilite negli articoli che seguono relativi alla esecuzione delle opere in cemento armato.

Per la esecuzione del bulbo od espansione di base, dopo raggiunta con l'estremità inferiore del tubo la quota stabilita, senza ritirare o sollevare il tubo si verseranno piccole quantità di conglomerato e le si comprimeranno energicamente con maglio del peso non inferiore a quello del maglio impiegato per la battitura del tubo forma sino ad ottenere, sotto l'azione di una volata di 10 colpi di maglio aventi una caduta libera di m 1,50, un rifiuto non maggiore di mm. (il rifiuto dovrà essere indicato in fase progettuale in relazione alla natura del terreno).

Si procederà poi alla esecuzione del fusto sollevando gradatamente il tubo con tutti gli accorgimenti necessari per non abbandonare il calcestruzzo ed evitare l'introduzione dell'acqua.

Al di sotto delle strutture di collegamento delle testate dei pali dovrà eseguirsi un getto di calcestruzzo magro (200 kg per mc) dello spessore minimo di 1/5 del diametro di tubo forma.

D) PALIFICAZIONE ESEGUITA IN OPERA CON TUBO INFISSO (PALI TRIVELLATI) (6)

Per i pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, con procedimento quindi che non modifica le proprietà meccaniche e la consistenza in genere del terreno entro il quale verrà eseguito il getto del conglomerato, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo forma) con elemento di estremità con ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo.

Il tubo metallico, ove non sia di un sol pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione del palo e garantiscano la perfetta coassialità. Comunque dovrà essere possibile applicare all'estremità superiore un coperchio con presa per tubazione ad aria compressa ove occorresse adoperarlo e per espellere l'acqua o per provvedere con tale metodo all'esecuzione e costipamento della base e primo tronco del fusto sino a che non vi sia più introduzione di acqua. Si dovrà avere la possibilità di proseguire la perforazione mediante appositi scalpelli quando si incontrano trovanti e vecchie murature.

Quando sia stata raggiunta la profondità voluta, si fermerà l'affondamento del palo e senza sollevarlo o ritirare il tubo e messa in opera la gabbia metallica se questa sia prevista per tutta la lunghezza, si inizierà la formazione della base gettando con una benna (chiusa all'estremità inferiore da una valvola automatica) o con altro sistema idoneo piccole e successive quantità di calcestruzzo o costipandole o mediante battitura (con maglio di peso variabile da ql 12, per tubi del diametro di cm 45, a ql 6, per tubi del diametro di cm 30) o con uno dei pestoni in uso.

È assolutamente vietato procedere al getto del calcestruzzo con caduta libera dall'alto (ovvero dal piano della base superiore del palo) per evitare la segregazione degli inerti che compongono la miscela.

(6) Cfr. F. BAIOTTO, Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali, Pirola, maggio 1996, 72.

Prima di procedere al getto sarà resa stagna la estremità inferiore del tubo provvedendo alla costruzione di un tappo di conglomerato alla base del palo e sarà estratta l'acqua eventualmente penetrata nel tubo. La sbulbatura di base ottenuta con la pilonatura del calcestruzzo od in qualsiasi altro modo che la natura del terreno e le modalità di esecuzione possono consigliare, sarà la maggiore possibile.

Eseguita la base, si procederà poi alla esecuzione del fusto mediante piccole successive introduzioni di calcestruzzo per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno, e sollevando gradatamente il tubo-forma metallico, in modo tale che restino nel tubo almeno 50 cm di conglomerato, senza abbandonarlo mai in modo da evitare che nel tubo si introducano acqua o terra; dopo il getto di ciascuno dei tratti si procederà al costipamento del calcestruzzo o con battitura con uno dei sistemi brevettati e dalla Direzione dei lavori riconosciuto idoneo in relazione alla lunghezza dei pali.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamiciatura del tratto di palo con un controtubo di lamierino esterno al tubo forma, che verrà lasciato in posto. Cura particolare dovrà usarsi affinché non si verifichino soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo, in particolare quando il costipamento avviene per pestonatura e ciò specialmente al momento della sfilatura del tubo forma.

In presenza di terre sciolte in acque potrà procedersi al getto del conglomerato per maggiori altezze, senza pestonamento al fine di evitare sifonamenti nel tubo.

Per i pali trivellati la portata limite verrà determinata in sede di progetto in relazione alle caratteristiche geognostiche degli strati attraversati. La effettiva portata verrà valutata all'atto esecutivo mediante prove di carico su prototipi.

E) PROVE DI CARICO

Le prove di carico saranno effettuate con le modalità previste dal D.M. 11/3/88 e della Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24/9/1988.

Tali prove hanno la finalità di determinare il carico limite del complesso palo-terreno, esse vanno spinte fino a raggiungere il valore di carico limite per il quale si arriva alla condizione di rottura del terreno. Se questo non risultasse possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari ad almeno 2,5 volte il carico di esercizio.

Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione lavori. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro:

- data;
- ora di ogni variazione del carico;
- le corrispondenti letture ai flessimetri;
- il diagramma carichi-cedimenti.

Al termine delle prove, la Direzione dei lavori si riserva il diritto di ricontrollare la taratura della strumentazione utilizzata.

ART.10 MALTE

Le malte saranno confezionate mediante apposite impastatrici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa 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 seguenti proporzioni:

(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

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

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.

ART.11 CONGLOMERATI CEMENTIZI

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità delle prescrizioni contenute nel R.D. 16/11/ 1939, n. 2229, nonché al D.M. 9/1/1996, punto 2.1.

Pertanto si dovrà rispettare le specifiche tecniche che riguardano i materiali costituenti il calcestruzzo, la sua composizione, le proprietà del calcestruzzo fresco ed indurito ed i metodi per la loro verifica, la produzione, il trasporto, consegna, getto e stagionatura del calcestruzzo e le procedure di controllo della sua qualità contenute nella norma U.N.I. 9858 (maggio 1991).

L'Impresa dovrà garantire le prestazioni del calcestruzzo, per tutta la durata dei lavori, sulla scorta dei dati fondamentali riportati negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione lavori, ovvero:

- 1) classe di resistenza desiderata in fase di esercizio (R_{ck} per provini cubici - f_{ck} per provini cilindrici);
- 2) dimensione massima nominale dell'aggregato;
- 3) classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali e destinazione del calcestruzzo (calcestruzzo normale, armato e precompresso);
- 4) classe di consistenza (mediante misura dell'abbassamento al cono – UNI 9418 o determinazione del tempo Vébè – UNI 9419).

Inoltre per particolari condizioni o costruzioni, i calcestruzzi possono essere prescritti mediante i dati addizionali (facoltativi) di cui al punto 8.2.3 delle norme tecniche U.N.I. 9858.

Il quantitativo d'acqua d'impasto del calcestruzzo deve tenere presente dell'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

I getti devono essere convenientemente vibrati.

Gli impasti di conglomerato dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza al lavoro. I residui d'impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto.

Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme U.N.I. 8520/1-22 ediz. 1984-86.

Gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme U.N.I. 7459/1-12 ediz. 1976.

Gli eventuali additivi, da utilizzare per il confezionamento dei calcestruzzi, previa autorizzazione della Direzione lavori, devono ottemperare alle prescrizioni delle norme tecniche da U.N.I. 7101 a U.N.I. 7120 e U.N.I. 8145 (superfluidificanti).

ART.12 MURATURA DI MATTONI

Per le caratteristiche meccaniche e modalità esecutive delle murature si farà riferimento alle seguenti norme tecniche:

- D.M. LL. PP. 20/11/1987, "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- Circ. M. LL.PP. 4/1/1989, n. 30787, "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- Circ. M. LL.PP. 30/1/1981, n. 21745, "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma".

I mattoni all'atto del loro impiego dovranno essere abbondantemente bagnati sino a sufficiente saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 0,5 cm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le murature di rivestimento saranno fatte a ricorsi bene allineati e collegati a morsa con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5, e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruiti in modo tale che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva di intradosso tracciata sopra la centinatura e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

ART.13 OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà rispettare strettamente il contenuto delle seguenti norme tecniche:

- L. 5/11/1971, n. 1086, "Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D. M. LL.PP. 9/1/1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Circ. M. LL.PP. 14/2/1974, n. 11951, "Norma per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione";
- Circ. M. LL.PP. 31/1/1979, n. 19581, " Legge 5/11/1971, n. 1086, art. 7 – Collaudo Statico";
- Circ. M. LL.PP. 9/1/1980, n. 20049, "Legge 5/11/1971, n. 1086 – Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato";
- Circ. M. LL.PP. 15/10/1996, n. 252 AA.GG./S.T.C., "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche di cui al D.M. 9/1/1996".
- Per le opere ricadenti in zona sismica, l'Impresa dovrà anche attenersi alle prescrizioni contenute nelle seguenti norme tecniche:
 - L. 2/2/1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
 - D.M. LL.PP. 16/1/1996, "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
 - D.M. LL.PP. 2/1/1981, " Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia";
 - Circ. M. LL.PP. 12/12/1981, n. 22120, "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in cemento armato ed a struttura metallica danneggiati dal sisma";
 - Circ. M. LL.PP. 10/4/1997, n. 65, "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/1/1996";
 - Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale, "Linee guida per progettazione, esecuzione e collaudo di strutture isolate dal sisma".

Per l'esecuzione di opere quali, ponti, viadotti le normative tecniche di riferimento sono:

- D.M. 4/5/1990, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali";
- Circ. M. LL.PP. 25/2/1991, n. 34233, "Istruzione per l'applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 4/5/1990".

Prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione lavori i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura negli elaborati progettuali delle opere comprese nell'appalto. Tale studio di prequalificazione, da eseguirsi presso un laboratorio autorizzato, deve riportare:

- classe di resistenza;
- natura – provenienza – qualità degli inerti;
- analisi granulometrica degli inerti;
- tipo e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua/cemento;
- tipo e dosaggio di eventuali additivi;
- classe di consistenza per la valutazione della lavorabilità dell'impasto cementizio.

La Direzione lavori dovrà essere informata anche sul tipo di impianto di confezionamento con la relativa ubicazione, sistemi di trasporto, modalità di esecuzione dei getti e della conseguente stagionatura.

L'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, nonostante l'esame e la verifica sugli studi preliminari di qualificazione, da parte della Direzione lavori; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Il confezionamento dei conglomerati cementizi dovrà avvenire negli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione lavori. Gli impianti di betonaggio saranno di tipo automatico o semiautomatico, ma tali da garantire per tutta la durata dei lavori dei discostamenti non superiore al % (es. 3÷5) dai dosaggi dei singoli componenti della miscela stabili nella fase preliminare di accettazione.

La lavorabilità non dovrà essere raggiunta con il maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. L'Impresa, previa autorizzazione del Direttore dei lavori, potrà utilizzare l'impiego di additivi quali fluidificanti o superfluidificanti, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per il raggiungimento della classe di consistenza prevista per l'esecuzione delle opere.

Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di confezionamento alla località del cantiere dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibile segregazione dei singoli materiali e comunque lasciando inalterate le caratteristiche di confezionamento del calcestruzzo. I calcestruzzi debbono essere approvvigionati in cantiere o preparati in sito soltanto nella quantità necessaria per l'impasto immediato e cioè debbono essere predisposti di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, pulizia del sottofondo, pulizia nelle zone oggetto di ripresa dei getti, posizionato le casseforme e predisposto le necessarie armature metalliche. Il controllo delle gabbie di armature metalliche, prime del getto, dovrà essere rivolto anche nel rispetto della distanza del copriferro, indicata negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione lavori; questo in particolare modo negli ambienti ritenuti aggressivi o per la particolarità dell'opera.

La Direzione dei lavori avrà la facoltà di ordinare che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità, tale da evitare le riprese dei getti; per tale accorgimento l'Impresa non potrà avanzare nessuna richiesta di maggiori compensi anche se sarà costretta ad una turnazione del proprio personale.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti tali da evitare la segregazione dei singoli componenti della miscela.

Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 centimetri.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta o altre sostanze (disarmanti) in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto debbono essere sufficientemente robusti, oppure convenientemente rafforzati con controventature di sostegno tali da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la fase di getto e di pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a centimetri 15. I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme. I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature; inoltre vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti. La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20). La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione da garantire la solidità dell'opera. Di mano in mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere regolarmente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, anche coperta con della ghiaia lavata, con teli mantenuti umidi, applicare dei prodotti stagionanti che formano membrane protettive (U.N.I. 8866, U.N.I. 8656 e U.N.I. 8660) per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Nei casi di ripresa dei getti, quando questi sono veramente inevitabili, si deve inumidire la superficie del conglomerato eseguito in precedenza se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o terminata si deve raschiare la superficie

stessa e prima di versare il nuovo conglomerato, si dovrà applicare un sottile strato di malta di cemento in modo da assicurare un buon collegamento del getto di calcestruzzo nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.

La verifica della resistenza caratteristica del conglomerato verrà disposta, da parte della Direzione lavori, in conformità a quanto previsto dall'allegato 2 del D.M. LL.PP. 9/1/1996, ovvero:

- controllo di accettazione (punto 5), che si effettua durante l'esecuzione delle opere;
- prove complementari (punto 6), da eseguire, ove ritenuto necessario a completamento delle prove precedenti.

Nel caso che la resistenza dei provini assoggettati a prove nei Laboratori risulti inferiore a quello indicato negli elaborati progettuali o dall'ordinativo del Direttore dei lavori, occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, quali prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi riconosciuti validi dalla Direzione lavori. A ulteriori controlli ultimati, verrà redatta apposita relazione, da parte dell'Appaltatore a firma di un tecnico abilitato, dove si indichi in base alla resistenza del conglomerato risultante, ferme restando le ipotesi di vincolo, a quali sollecitazioni e a quali carichi la struttura può essere sottoposta in fase di esercizio.

La Direzione lavori che, previa approvazione della relazione anche da parte del Responsabile del procedimento, decida che la resistenza caratteristica è ancora compatibile con la destinazione d'uso dell'opera progettata e in conformità delle leggi in vigore, dovrà contabilizzare il calcestruzzo in base al valore della resistenza caratteristica risultante. Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le finalità di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione dei lavori riterrà di approvare formalmente.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.

Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il Direttore dei lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:

- determinazione della consistenza - prova di abbassamento al cono (slump test) - [U.N.I. 9418];
- controllo della composizione del calcestruzzo fresco - [U.N.I. 6393];
- massa volumica del calcestruzzo - [U.N.I. 6394/1/2];
- prova del contenuto d'aria - [U.N.I. 6395];
- resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo - [U.N.I. 7087];
- prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate - [U.N.I. 6132];
- prova di resistenza a compressione con sclerometro ⁽⁷⁾. Tutte le precedenti prove verranno eseguite a spese dell'Impresa e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione dei lavori.

I prelievi dei provini e campioni di calcestruzzo in cantiere dovranno essere conformi alle norme tecniche:

- U.N.I. 6126 - Prelevamento campioni di calcestruzzo in cantiere;
- U.N.I. 6127 - Provini in calcestruzzo – preparazione e stagionatura.

Le frequenze minimo di prelievo saranno come dall'allegato 2 del D.M. LL.PP. 9/1/1996. Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità degli elaborati esecutivi.

ART.14 CALCESTRUZZO PER COPERTINE, PARAPETTI E FINITURE

Per la costruzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, cordonate, soglie ecc. verrà confezionato e posto in opera, opportunamente costipato con vibratorii, un calcestruzzo avente un $R_{ck} \geq 300 \text{ Kg/cm}^2$ (30 N/mm^2), salvo diverso ordine della Direzione lavori.

(7) Cfr. A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 43.

Le prescrizioni inerenti i conglomerati cementizi rimangono valide in quanto applicabili, salvo il diametro massimo degli inerti che non sarà maggiore di 20 mm, e comunque entro un terzo delle dimensioni minime del getto. Le superfici superiori dei getti verranno rifinite mediante cemento lisciato.

L'Impresa dovrà porre tutte le cure e attenzioni nell'esecuzione delle casseformi per ottenere un'ottima esecuzione del getto o raccordo con getti precedentemente messi in opera, per seguire le sagome di progetto, con i giunti di dilatazione o contrazione e le particolari indicazioni della Direzione dei lavori.

ART.15 ARMATURE, CENTINATURE, CASSEFORME, OPERE PROVVISORIALI

Nella realizzazione di tali opere provvisorie, l'Impresa dovrà adottare il sistema e tecnica che riterrà più opportuno, in base alla capacità statica, di sicurezza e alla sua convenienza. Inoltre dovranno essere eseguite le particolari cautele e tutti gli accorgimenti costruttivi per rispettare le norme, i vincoli che fossero imposti dagli Enti competenti sul territorio per il rispetto di impianti e manufatti particolari esistenti nella zona dei lavori che in qualche modo venissero ad interferire con essi, compreso l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua, la presenza di servizi di soprassuolo e di sottosuolo, nonché le sagome da lasciare libere al di sopra di ferrovie, strade camminamenti quali marciapiedi ad uso pedonale.

ART.16 COSTRUZIONE DEI VOLTI (8)

I volti dei ponti, ponticelli e tombini che saranno costruiti sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in guisa che il manto o tamburo asseconi la curva dell'intradosso assegnata agli archi dai relativi disegni, salvo a tenere conto di quel tanto più, nel senso delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento del volto dopo il disarmo.

È data facoltà all'Appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'Appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i volti che, in seguito al loro disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra o di mattoni con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tal uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta.

Gli eventuali coronamenti esterni delle volte presenteranno un addentellamento che corrisponda ai filari della muratura interna, onde possano far corpo con la medesima.

In quanto alle connessure saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma per quanto possibile regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza e col martello; saranno collocati in opera con il lato maggiore nel senso del raggio della curva d'intradosso e da corsi o filari che esattamente corrispondano agli addentellati formati dai coronamenti esterni.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di 6 millimetri all'intradosso e di 12 dall'estradosso.

A tale uopo l'Appaltatore per volti di piccolo raggio è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, a mattoni speciali lavorati a raggio.

In ogni caso rimane vietato il sistema di volte a rotoli concentrici, ma la Direzione dei lavori, per volte a piccolo raggio potrà, a suo giudizio, concedere l'adozione di un sistema misto, e cioè a rotoli con frequenti corsi passanti. Per volti obliqui i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti secondo le linee dell'apparecchio che verrà prescritto.

(8) Cfr. A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 52-53.

Per le volte in conglomerato cementizio il getto dovrà essere fatto a conci di limitata larghezza, ma dell'intera larghezza e spessore, formati entro appositi casseri con le pareti normali alla superficie di intradosso.

I conci saranno costruiti simmetricamente da una parte e dall'altra della chiave ed in ultimo saranno gettati i conci alla chiave ed alle imposte per fare serraglie quando gli assestamenti delle centine siano già compiuti.

In tutti i casi, il conglomerato dovrà essere gettato in appositi casseri disposti simmetricamente rispetto al concio chiave, in modo che le centine risultino caricate uniformemente.

Il conglomerato dovrà essere gettato e vibrato nei casseri senza interruzione e ripresa di sorta per ogni concio, fino a che il concio stesso sia completato.

L'Impresa dovrà usare tutte gli accorgimenti e le tecniche, affinché le centinature possano essere abbassate uniformemente e simultaneamente.

ART.17 CAPPE SUI VOLTI (9)

Lo smalto da distendersi sull'estradosso e sui rinfianchi dei volti dovrà essere costituito con le materie e le proporzioni volumetriche indicate di seguito:

- malta cementizia composta da 500 Kg di cemento e 1 mc di sabbia: parti nove;
- pietrisco di dimensioni non minori di 5 mm e non maggiori di 20 mm: parti sedici.

Preparato l'impasto, prima di collocarlo in opera, la superficie da rivestire e le connessioni saranno diligentemente ripulite e lavate con acqua abbondante. Lo smalto, o il conglomerato, si distenderà quando la superficie dell'estradosso si trova ancora umida in due o tre strati, comprimendolo poi fortemente con spatole o con verghe strato per strato fino a che la malta si sarà prosciugata.

La superficie dell'ultimo strato va poi spalmata con un intonaco di malta di cemento che dovrà essere lisciato fortemente con la cazzuola in modo da ridurlo a superficie regolare senza rughe o cavità.

Qualora venisse disposto l'impiego dello smalto, esso, quando avrà raggiunto sufficiente consistenza, sarà battuto con apposite verghe a più riprese ed a colpi incrociati, allo scopo di far scomparire le screpolature cagionate dall'essiccamento, umettandone la superficie per far luogo all'ultima pulitura e lisciatura, quindi verrà estradosso con fine malta idraulica.

Tanto lo smalto quanto il conglomerato, dopo ultimate le lavorazioni e messa in opera, dovranno essere riparati, dal sole e dalla pioggia, con stuoie od altro; si stenderà poi sulla sua superficie un leggero strato di sabbia per impedire un troppo celere essiccamento.

Gli speciali manti bituminosi verranno stesi direttamente sull'estradosso della volta preventivamente regolarizzata con malta.

Sui manti bituminosi, che verranno eseguiti con le cautele che saranno prescritte, verrà poi disteso uno strato di smalto idraulico dello spessore di cm 5. In tutti i casi la cappa deve essere coperta con uno strato di sabbia di almeno 10 centimetri.

Quando si prescrive la cappa in asfalto, questa, salve speciali prescrizioni del contratto, deve farsi con la proporzione di circa kg 8 a 10 di bitume naturale per ogni 100 chilogrammi di mastice di asfalto naturale e 50 chilogrammi di sabbia, regolando inoltre la quantità di bitume in modo che l'asfalto possa distendersi con facilità.

La cappa di asfalto deve costruirsi soltanto dopo che le murature dei volti e dei rinfianchi siano bene asciutte. La cappa, appena distesa e mentre è ancora pastosa, deve essere coperta con spolveratura di sabbia che si incorpori nell'asfalto. Le cappe non si debbono mai eseguire prima del disarmo dei volti.

ART.18 STRUTTURE IN ACCIAIO

Le strutture in acciaio dovranno rispondere alle norme seguenti:

- D.M. LL.PP. 9/1/1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento

(9) Cfr.: A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 62; F. BAIOTTO, *Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali*, Pirola, maggio 1996, 82-83.

armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;

- Circ. M. LL.PP. 15/10/1996, n. 252 AA.GG./S.T.C., “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche di cui al D.M. 9/1/1996”;
- D.M. 4/5/1990, “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali”;
- Circ. M. LL.PP. 25/2/1191, n. 34233, “Istruzione per l’applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 4/5/1990”;
- Norma tecnica C.N.R.-U.N.I. 10011-86, “Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione”.

A) ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO ⁽¹⁰⁾

L’Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al Direttore dei lavori, prima dell’approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo da consentire i controlli, anche nell’officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 9 gennaio 1996, dalle norme U.N.I. e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto.

Il Direttore dei lavori si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all’accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell’Appaltatore di ultimazione dei vari elementi.

Prima del collaudo finale l’Appaltatore dovrà presentare una relazione dell’I.I.S. (o del R.I.N.A.) che accerti i controlli effettuati in corso d’opera sulle saldature e relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera.

Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 9 gennaio 1996, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l’attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell’elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell’unione. Nelle unioni bullonate l’Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del Direttore dei lavori.

B) VERNICIATURE ⁽¹¹⁾

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica, secondo la descrizione seguente:

Ciclo A

- 1° strato: mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco, avente un ottimo potere bagnante sul supporto.
- 2° strato: mano intermedia di clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.
- 3° strato: mano di finitura mediante clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

(10) Cfr. F. BAIOTTO, *Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali*, Pirola, maggio 1996, 83.

(11) Cfr. F. BAIOTTO, *Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali*, Pirola, maggio 1996, 83-84.

Ciclo B

- 1° strato: mano di fondo epossidica pigmentata con $ZnCrO_4$ (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.
- 2° strato: mano intermedia epossidica pigmentata con TiO_2 (biossido di titanio), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.
- 3° strato: mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante.

Ciclo C

- 1° strato: mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere a base di ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicio cromati di piombo, in composizione singola o miscelati. È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario ($BaSO_4$) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.
- 2° strato: mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione come il 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.
- 3° strato: mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso a secco dovrà essere di 2:1. Non è ammessa la presenza di colofonia.
- 4° strato: mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione come il 3° strato, di colore diverso dalla precedente mano.

C) APPARECCHI D'APPOGGIO ⁽¹²⁾

Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni" C.N.R.-U.N.I. 11018-72, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscoso e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alle norme U.N.I., nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare.

Tutti i materiali da impiegare dovranno essere accettati prima delle lavorazioni dal Direttore dei lavori, il quale potrà svolgere controlli anche in officina.

Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà tracciare gli assi di riferimento e la livellazione dei piani di appoggio, rettificando le differenze con malta di cemento additivata con resina epossidica.

ART.19 DEMOLIZIONI

Le operazioni di demolizione saranno eseguite, da parte dell'Impresa, con ordine e con le necessarie cautele e precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso tramite appositi sistemi ritenuti idonei per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Nelle demolizioni l'Appaltatore dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali che possano ancora, a giudizio della Direzione lavori, impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni verso l'Amministrazione appaltante; alla quale spetta ai sensi dell'art. 36 del Capitolato generale la proprietà di tali materiali, alla pari di quello proveniente dagli scavi in genere e l'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito ecc., in conformità e con tutti gli oneri previsti nel citato art. 36.

La Direzione dei lavori si riserva di disporre a suo insindacabile giudizio l'impiego dei materiali di recupero, nel rispetto della normativa vigente in materia, per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco, ai sensi del citato art. 40 del Capitolato generale.

(12)Cfr. F. BAIOTTO, *Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali*, Pirola, maggio 1996, 84.

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura dell'Appaltatore, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme e cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie come per gli scavi in genere.

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

ART.20 ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI (13)

Nell'esecuzione delle tubazioni per l'adduzione e la distribuzione di acqua, nonché nell'esecuzione di tubazioni per fluidi diversi dall'acqua, l'Appaltatore dovrà seguire le disposizioni di cui alla L. 2 febbraio 1974, n. 64, ed alle norme tecniche vigenti in essa previste all'art. 1 emanate con D.M. 12 dicembre 1985 e relativa Circolare M. LL. PP. 20 marzo 1986, n. 27291.

Gli acquedotti tubolari qualora siano eseguiti in conglomerato cementizio gettati in opera, per la parte inferiore della canna verranno usate semplici sagome; per la parte superiore verranno usate apposite barulle di pronto disarmo. Questi non dovranno avere diametro inferiore a cm 80 qualora siano a servizio del corpo stradale.

Qualora vengano impiegati tubi di cemento per i quali è valida sempre quest'ultima prescrizione, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni sottospecificate; saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

I tubi saranno posati in opera alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro a q 2 di cemento per mc di impasto in opera dello spessore più sotto indicato, salvo diversa prescrizione della Direzione dei lavori. Verranno inoltre rinfiancati di calcestruzzo a q 2,50 di cemento per mc di impasto in opera a seconda della sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

DIMENSIONI INDICATIVE DEI TUBI E SPESSORE DELLA PLATEA DI POSA

Diametro dei Tubi (cm)	Spessore dei tubi (mm)	Spessore della platee (cm)
80	70	20
100	85	25
120	100	30

A) MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata sarà dello spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 3143), con carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento in quantità non inferiore a 305 gr/m² per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali): sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso o asfaltico contenente fibre di amianto avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazioni, che dovrà corrispondere ad un peso di kg 1,5/m² per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

(13) Cfr. A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 75-78; cfr. F. BAIOTTO, *Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali*, Pirola, maggio 1996, 85-86.

La Direzione dei lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche A.S.T.M.A. 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO_4 nella misura di gr 36 ogni 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475-1476-4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

Il controllo dello spessore verrà effettuato sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del $\pm 5\%$.

Agli effetti contabili sarà compensato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio purché la partita rientri nei limiti di tolleranza sopraindicati. Qualora il peso effettivo sia inferiore al peso diminuito della tolleranza, la Direzione dei lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo fosse invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato dei valori della tolleranza.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

A.1) Ad elementi incastrati per tombini

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e 3/4) e la profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto-filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori non corrispondenti.

Gli opposti elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro, e la policentrica anche ribassata con luce minima di 0,30 e luce massima di m 1,75.

A.2) A piastre imbullonate multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere di almeno mm 28,6 (pollici 1 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G 8 (norme U.N.I. 3740).

Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate luce variabile da m 1,80 a m 6,50; ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

ART.21 DRENAGGI E FOGNATURE (14)

Nell'esecuzione delle fognature per la raccolta delle acque reflue, nonché nell'esecuzione di tubazioni per fluidi diversi dall'acqua, l'Appaltatore dovrà seguire le disposizioni di cui alla L. 2 febbraio 1974, n. 64, ed alle norme tecniche vigenti in esso previste all'art. 1 emanate con D.M. 12 dicembre 1985 e relativa Circolare M. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291.

A) DRENAGGI

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessarie saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque.

Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione dei lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi riterrà necessario praticare ed in relazione al saggio ove risulti il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, saranno stabilite la profondità di questo e la pendenza del cunicolo.

Detti pozzi saranno scavati della lunghezza di m 2 a 3, della larghezza uguale a quella del drenaggio in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Detti scavi saranno valutati agli stessi prezzi stabiliti nell'annesso elenco per gli scavi di fondazione e l'Appaltatore non potrà avanzare pretese di maggiori compensi quali che siano il numero e l'ubicazione di questi pozzi.

Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi, saranno, dove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati.

Il fondo dei drenaggi dovrà di norma essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta e su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto in malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 centimetri secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni.

B) TUBI PERFORATI PER DRENAGGI

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoidale.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore di mm 1,2 – con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 2634) – dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 24 kg/mmq, e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le norme U.N.I. 5744-66 e 5745-75, con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici 1 1/2) ed una profondità di mm 6,35 (1/4 di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinali con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

Inoltre per i tubi da posare nel fondo delle trincee drenanti si potranno usare anche i seguenti tubi:

- i tubi corrugati forati in PE-AD a doppia parete con superficie esterna corrugata ed interna liscia costituiti da barre da 6 metri; con diametro esterno da 120 a 415 mm;
- tubi lisci in PE-AD e prodotti secondo le norme UNI 7611-76 tipo 312 con fessure perpendicolari all'asse del tubo con inclinazioni del tipo semplice, a 180°, a 120° o a 90°; con diametro esterno da 110 a 315 mm;
- tubi in PVC rigido corrugato del tipo fessurato a norma DIN 1187; con diametro esterno da 50 a 200 mm.

C) TUBAZIONI PER LO SCARICO DELLE ACQUE DI SUPERFICIE DEI RILEVATI

Saranno dello stesso materiale ed avranno le stesse caratteristiche delle tubazioni di cui al precedente paragrafo con la sola differenza che non avranno fori.

(14) Cfr. F. BAIOTTO, *Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali*, Pirola, maggio 1996, 87-88.

D) POSA IN OPERA

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente), un vano opportunamente profilato, e accuratamente compatto, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevanti, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a contatto della struttura metallica.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di m 0,50 circa.

Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza.

L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di m 0,40 e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo. Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

Per quanto non contemplato nella presente norma si farà riferimento alle norme A.A.S.H.O. m 36-37 e M 167-57.

E) TRINCEE DRENANTI CON GEOTESSILE IN TESSUTO NON TESSUTO

Nei terreni particolarmente ricchi di materiali fino a sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi saranno realizzati con filtro di geotessile in tessuto non tessuto, che, nei sormonti dei teli, andrà cucito con spago imputrescibile, oppure con sovrapposizione di almeno 50 cm.

La parte inferiore a contatto con il terreno e per un'altezza di 20 cm per ogni lato, il geotessuto andrà impregnato con bitume a caldo per almeno 2 kg/mq, o a freddo ma reso fluido con solventi che non abbiano effetti sul geotessuto stesso. Il telo andrà provvisoriamente chiodato al terreno ai lati dello scavo, quindi riempito con materiale lapideo trattenuto al crivello 10 mm U.N.I. e con pezzatura massima di 70 mm. Ultimato il riempimento, il risvolto dei teli andrà sovrapposto da ambo i lati al materiale lapideo appena immesso nel cavo, e quindi il cavo verrà riempito con terra pressata per un'altezza variabile a giudizio della Direzione dei lavori.

ART.22 GABBIONI METALLICI ZINCATI E LORO RIEMPIMENTO

I gabbioni a scatola dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10/6x8 in accordo con le UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro (conforme alle UNI 3598) avente un diametro di 3,00/2,70 mm, a forte zincatura conforme a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LL.PP. n. 2078 del 27/8/1962 vigente in materia, con un quantitativo minimo di zinco variabile fra 240 e 275 g/mq in funzione del diametro dei fili.

Per gabbioni in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, deve essere rivestito per estrusione con una guaina continua in pvc di spessore 0,4/0,6 mm.

Il filo da impiegarsi nelle cuciture e per i tiranti dovrà possedere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno costituiti da filo a forte zincatura con diametro 3,00 mm.

Prima della messa in opera dei gabbioni e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dalla Ditta che ha fabbricato i manufatti metallici, redatto a norma della Circolare del Ministero LL.PP. n. 2078 del 27/8/1962.

La Direzione lavori procederà quindi al prelievo dei campioni ed ai collaudi della zincatura, sia dei fili della rete che del filo per le cuciture secondo le norme previste dalla succitata circolare.

Le operazioni di preparazione e assemblaggio dei singoli elementi, nonché l'unione degli elementi contigui mediante legature fatte con l'apposito filo di cucitura, o con punti metallici dovranno essere tali da creare una struttura continua e monolitica.

Il materiale di riempimento potrà essere costituito da ciottolo di fiume o pietrame di cava, purché abbia una composizione compatta, e di elevato peso specifico, non friabile né gelivo e di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da realizzare il maggior costipamento possibile, inoltre le fronti in vista saranno lavorate analogamente alle murature a secco con analogo onere di paramento. La pezzatura più adatta per il riempimento è quella variabile tra 1 e 1,5÷2 volte la dimensione della maglia delle rete.

Comunque l'indice di porosità del gabbione deve essere compreso tra 0,3 e 0,4.

ART.23 RIPRISTINO CORTICALE DI STRUTTURE PORTANTI IN C.A.

Previa asportazione del materiale ammalorato da eseguirsi nelle zone fortemente degradate, mediante idroscarifica e/o sabbatura, allo scopo di ottenere superfici pulite, l'esecuzione dei lavori per i ripristini corticali di strutture in cemento armato dovrà procedere per successive fasi di lavorazione, nell'ordine e con le modalità di seguito indicate.

a) Trattamento passivante dell'armatura in acciaio

a.1) Descrizione

La lavorazione in oggetto dovrà essere eseguita per garantire la protezione anticorrosiva rialcanizzante dell'acciaio di armatura del calcestruzzo, oltre a creare un ponte di adesione per malte di recupero o calcestruzzo nuovo su vecchio.

a.2) Preparazione dell'acciaio e modalità esecutive

Per assicurare la possibilità di sviluppare efficacemente le proprietà anticorrosive, è indispensabile che l'acciaio da trattare sia liberato dal calcestruzzo circostante deteriorato e carbonatato, da materiali incoerenti, grassi, olii e ruggine.

Tale operazione potrà essere eseguita tramite sabbatura allo scopo di portare le armature a metallo bianco. Se tale operazione non potrà essere eseguita per motivi logistici, si dovrà procedere con energica spazzolatura della superficie metallica con cura ed in profondità.

a.3) Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

I prodotti da impiegare devono essere composti da un sistema bicomponente a base di polimeri in dispersione acquosa, leganti cementizi ed inibitori di corrosione.

Tali componenti devono essere miscelati senza l'aggiunta di acqua o di altri ingredienti, e devono esplicare l'azione anticorrosiva attraverso:

- l'impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi presenti nell'atmosfera;
- presenza di inibitori di corrosione per proteggere le superfici metalliche dall'ossidazione;
- elevata alcalinità;
- ottima adesione al metallo ed al calcestruzzo.

Per quanto riguarda invece l'applicazione del prodotto, potrà avvenire tramite pennello o a spruzzo, provvedendo con molta cura a saturare perfettamente la superficie metallica e gli interstizi tra armatura metallica ed il calcestruzzo esistente.

Il prodotto dovrà essere applicato in due strati successivi formando uno spessore medio di circa 1,5 mm. Ad intervalli di tempo da 3 a 5 ore in condizioni di temperatura ottimale.

Inoltre l'applicazione del prodotto, dalla preventiva preparazione della base dell'acciaio, non deve essere superiore ad un lasso di tempo pari a 30', per evitare l'inizio di una nuova fase di ossidazione dell'acciaio specie se durante la fase lavorativa si ha presenza di umidità.

Invece le temperature ottimali dovranno essere comprese tra i + 15° C e + 25° C. Qualora la temperatura scendesse al di sotto dei + 5° C, l'Impresa appaltatrice dovrà attenersi alle indicazioni delle schede tecniche del prodotto impiegato previa indicazioni del Direttore dei lavori.

b) Trattamento anticarbonatazione delle superfici in c.a.

b.1) Descrizione

Questo tipo di intervento si rende indispensabile per le strutture in cemento armato, poiché riduce notevolmente l'aggressione delle armature metalliche all'interno del calcestruzzo, da alte concentrazioni di cloruri contenuti nei calcestruzzi preconfezionati, nei sali decongelanti, nei sali trasportati dai venti o da piogge acide.

b.2) Preparazione delle superfici e modalità di applicazione

Il prodotto per il trattamento di anticarbonatazione (inibitore di corrosione) dovrà essere applicato sulla superficie del calcestruzzo deteriorato, previa demolizione e pulizia di tutte le parti in fase di distacco, a pennello o a spruzzo successivamente alla fase di trattamento passivante dell'armatura in acciaio.

Non bisogna in alcun modo eseguire i due trattamenti contemporaneamente.

c) Ricostruzione di strutture in c.a. su superfici verticali o orizzontali

c.1) Descrizione

Questo tipo di lavorazione è molto importante poiché permette di ricostruire la sezione originaria del manufatto, nonché lo strato di copriferro deteriorato ripristinando e proteggendo le caratteristiche strutturali del manufatto.

c.2) Preparazione delle superfici

La preparazione delle superfici avviene tramite l'asportazione di residui di calcestruzzo e da polvere dovuti alla demolizione preventiva del calcestruzzo ammalorato.

Eventuali riprese di calcestruzzo eseguite in precedenza che non risultano perfettamente aderenti, dovranno essere asportate fino a raggiungere uno strato solido, resistente e ruvido.

La fase della preparazione delle superfici verrà omessa, se precedentemente è stato effettuato il trattamento anticarbonatazione.

c.3) Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

Il prodotto da utilizzare per la ricostruzione di strutture in c.a. sarà una malta premiscelata in polvere composta da cementi ad alta resistenza, inerti selezionati, speciali additivi e fibre sintetiche (malta a ritiro controllato fibrorinforzata).

Il prodotto secco verrà miscelato con acqua nelle quantità stabilite dalle schede tecniche del prodotto da utilizzare o secondo le indicazioni della Direzione Lavori, in modo da ottenere una malta di facile lavorabilità tale da poter essere applicata in verticale o in orizzontale senza colare, oltre a garantire le seguenti qualità:

- elevate resistenze meccaniche alla flessione ed alla compressione;
- modulo elastico, coefficiente di dilatazione termica e di permeabilità al vapore acqueo simili ai calcestruzzi di alta qualità;
- impermeabilità all'acqua e all'anidride carbonica;
- ottima adesione al vecchio calcestruzzo;
- elevata resistenza all'usura per abrasione.

Per quanto riguarda invece le modalità di applicazione della malta, questa potrà avvenire tramite cazzuola costipando bene la malta in corrispondenza delle armature metalliche in modo da saturare gli interstizi tra armatura metallica e struttura esistente, oppure a spruzzo utilizzando idonei mescolatori che non alterino la struttura della malta. La malta

applicata verrà di seguito ulteriormente costipata e modellata con l'ausilio di fratazzo liscio e fratazzino a spugna, utilizzando dove si renda necessario le cassetture per la ricostruzione di spigoli.

Le temperature durante la fase di applicazione della malta dovranno essere ottimali, ovvero tra i +15° C e + 25° C e comunque non inferiori a + 5° C.

d) Strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate

d.1) Descrizione

Lo strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate mediante i procedimenti di cui ai punti A, B e C si effettua per proteggere ulteriormente le strutture dall'aggressione dei cloruri e dagli agenti atmosferici, oltre a regolarizzare e rasare le superfici non irregolari.

d.2) Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

La malta da impiegare per la regolarizzazione e rasatura delle superfici, dovrà essere composta da una malta bicomponente a base di cementi ad alta resistenza, inerti selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa.

La malta da utilizzare dovrà garantire le seguenti qualità:

- elevato contenuto di resine sintetiche;
- ottima adesione a tutte le superfici in calcestruzzo;
- impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi dell'atmosfera (anidride carbonica, solfati, e ossido di azoto);
- resistente ai cicli di gelo e disgelo.

L'applicazione del prodotto, previa pulizia del fondo mediante idrolavaggio per eliminare polvere, tracce di olio, ecc., sarà realizzata con fratazzo liscio e di seguito lisciato con fratazzino di spugna qualche minuto dopo l'applicazione.

Gli spessori massimi di applicazione non dovranno essere superiori a 2 ÷ 3 mm. E la temperatura ottimale dovrà essere tra i + 15° C e + 25° C e comunque non inferiore ai + 5° C.

e) Impermeabilizzazione

e.1) Descrizione

L'impermeabilizzazione è una lavorazione indispensabile che permette di proteggere nel tempo le strutture portanti dei manufatti in c.a., dall'azione della pioggia battente, evitando l'aggressione contro la carbonatazione e l'umidità, quindi preservando nel tempo gli interventi di recupero effettuati e le strutture ancora integre.

e.2) Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

Il prodotto impermeabilizzato da utilizzare dovrà essere liquido ed incolore a base di resine silossaniche in solvente, caratterizzato da una elevata proprietà di impregnare tutti i materiali minerali assorbenti impiegati in edilizia. Applicandolo su supporto poroso dovrà penetrare in profondità e reagire con la naturale umidità presente all'interno di esso per formare uno strato idrofobo, che respinge l'acqua. Dovrà inoltre possedere le seguenti proprietà:

- proteggere le strutture dagli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera;
- trasparente in modo da non alterare l'aspetto estetico;
- non deve creare pellicola e quindi non modificare la permeabilità al vapore;
- deve possedere ottima resistenza all'alcalinità presente nei materiali cementizi;
- deve essere resistente alle radiazioni ultraviolette.

Per quanto riguarda l'applicazione del prodotto, è molto importante che la superficie di applicazione sia preventivamente pulita da sporcizia, grassi, alghe o licheni. Si dovranno inoltre rimuovere eventuali scaglie mobili e riparare eventuali crepe. Se invece la superficie di applicazione è priva di sporcizia, sarà sufficiente una accurata spazzolatura con spazzola di saggina e una conseguente depolverizzazione con aria compressa. Una volta ripulito il fondo di applicazione il prodotto dovrà essere messo in opera a spruzzo o a pennello, bagnato su bagnato, assicurando una distribuzione omogenea e un assorbimento idoneo (almeno due o tre passate).

Prima di procedere alle lavorazioni, l'Impresa appaltatrice dovrà fornire alla Direzione lavori le schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare, al fine di valutare i prodotti più idonei all'impiego.

Inoltre i prodotti che si utilizzeranno saranno soggetti a prelievo di campioni durante le fasi lavorative, sui quali verranno effettuate prove di laboratorio con oneri a carico della Ditta Appaltatrice.

ART.24 BETONCINO SPRUZZATO

Prima di procedere all'applicazione del betoncino spruzzato o della gunite, si dovrà eseguire la pulizia a fondo dei muri mediante sabbiatura con sabbia silicea o similare, usando martelli ad aria compressa muniti di appropriati utensili al fine di asportare eventuali parti lesionate o già in fase di degradazione. Successivamente le superfici così trattate dovranno essere lavate con abbondante getto d'acqua a pressione allo scopo di rendere la parete del muro perfettamente pulita e pronta a ricevere il betoncino spruzzato o gunite.

Le sabbie da impiegarsi nella preparazione della malta dovranno essere prive di ogni impurità, e di appropriato assortimento granulometrico che varierà a seconda se si tratta di betoncino spruzzato o gunite; la sabbia dovrà essere perfettamente asciutta se si adopererà, per spruzzare l'impasto, il metodo bagnato, resta altresì vietato l'uso di sabbia con presenza di materie argillose o con sabbia quarzosa pura.

La malta sarà confezionata con dosatura a Kg. 600 di cemento tipo 425 per ogni mc di inerti salvo diverse prescrizioni della Direzione lavori, qualora si rendesse necessario si potranno aggiungere all'impasto idonei additivi come idrofughi e acceleranti di presa del tipo e nelle proporzioni, previamente accettate dalla Dirigenza e in relazione al grado d'umidità della zona; questi additivi varieranno nelle proporzioni tra di loro e in assoluto a secondo se si tratti di betoncino spruzzato o gunite.

La miscela cemento - sabbia - additivi dovrà essere fatta con miscelatore meccanico tale da garantire una uniformità nell'impasto, quest'ultimo potrà essere bagnato e asciutto a secondo del metodo usato.

L'applicazione del betoncino o della gunite avverrà con getto a pressione e dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta alla distanza di 80/90 cm dalla medesima, la pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atm.

La stesa dell'intonaco dovrà essere eseguita a strati successivi sino al raggiungimento di uno strato complessivo avente lo spessore medio previsto. Nel betoncino spruzzato dopo la stesa del primo strato si posa una rete metallica elettrosaldata avente le caratteristiche richieste e fissata alle pareti con chiodi in acciaio sparati, in corrispondenza dei tiranti si esegue l'armatura di frettaggio; tutto questo viene ricoperto da successivi strati di intonaco incorporando successivamente un'ulteriore rete elettrosaldata fino ad avere lo spessore richiesto.

La gunite si esegue con lo stesso procedimento: viene però posata a una sola rete elettrosaldata in quanto lo spessore dell'intonaco è minore.

Il betoncino spruzzato o la gunite dovranno risultare perfettamente aderenti alla superficie su cui verranno applicati e le fessure delle murature dovranno essere perfettamente riempite; ogni strato di intonaco dovrà sempre essere applicato dopo che lo strato precedente si sia perfettamente indurito.

Qualora l'intonaco dovesse essere eseguito su pareti in cui si verificassero delle uscite d'acqua si dovranno predisporre dei tubetti di diametro di 1" opportunamente ubicati, che verranno tolti non prima di 8 giorni dalla avvenuta stesa dell'intonaco, dopo di che i fori rimasti verranno sigillati con malta di cemento a rapida presa.

C) SOVRASTRUTTURA STRADALE

STRATI DI FONDAZIONE CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI (di base, di collegamento e di usura)

CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUMI MODIFICATI CONGLOMERATI A FREDDO TRATTAMENTI SUPERFICIALI
CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI

ART.25 PREMESSA

Per le terminologie e le 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 della Direzione dei lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5÷2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0÷5,0%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei 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, per ciascun tratto, dalla Direzione dei lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

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

La Direzione dei lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante. 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'approvazione della Direzione dei lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

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

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 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.

C.1 – STRATI DI FONDAZIONE

ART.26 STRATI DI FONDAZIONE

Lo strato di fondazione sarà costituito dalla miscela conforme alle prescrizioni del presente Capitolato e comunque dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei lavori e dovrà essere steso in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate.

Gli strati dovranno essere costipati con attrezzature idonee al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione dei lavori, 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 di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegato. Durante la fase di costipamento la quantità di acqua aggiunta, per arrivare ai valori ottimali di umidità della miscela, dovrà 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 della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun compenso aggiuntivo.

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.

A) FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE A STABILIZZAZIONE MECCANICA ⁽¹⁵⁾

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 dalla Direzione dei lavori 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.

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 71 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:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso Φ max 71 mm	Miscela passante: % totale in peso Φ max 30 mm
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) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo punto 6);
- 6) 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;
- 7) limite di liquidità $\leq 25\%$, limite di plasticità ≥ 19 , indice di plasticità ≤ 6 .

(15) Cfr. A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 107-110.

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

b) Studi preliminari

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

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

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 dell'Impresa.

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

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

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata:

AASHO 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 25mm.

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.

B) FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO ⁽¹⁶⁾

a) Descrizione

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 prescritto dalla Direzione dei lavori.

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

b) Caratteristiche 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 D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

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

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

(16) Cfr.: *Ivi*, 110-114.

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO 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).

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

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%.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito

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

Resistenza:

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

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

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

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

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4,5 N/mm² ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiore a 0,25 N/mm² (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati

di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

d) Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

e) Posa in opera

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

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. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prova di costipamento).

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

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

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

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

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

f) Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 ÷ 2 Kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la

stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui al precedente "modalità operative" del paragrafo "Fondazione in misto granulare a stabilizzazione meccanica", oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 ÷ 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 ÷ 110 °C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

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

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m³ di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre ± 20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm² per la compressione e 0,25 N/mm² per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontrino un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

C.2 – CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI

ART.27 STRATO DI BASE IN MISTO BITUMATO ⁽¹⁷⁾

a) Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali – fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore di 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, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

Nella composizione dell'aggregato grosso (frazione > 4 mm), il materiale frantumato dovrà essere presente almeno per il 90% in peso. A giudizio della Direzione lavori potrà essere richiesto che tutto l'aggregato grosso sia costituito da elementi provenienti da frantumazione di rocce lapidee.

b) Materiali inerti

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

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

(17) Cfr.: A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 114-120.

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/pietriscetto/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.

c) Legante bituminoso

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. – B.U. n. 68 del 23/5/1978.

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60 ÷ 70, ovvero avere una penetrazione a 25°C di 60 ÷ 70 dmm e le altre caratteristiche rispondenti a quelle indicate per la gradazione B 50/70 nella norma C.N.R.

Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29.12.1971); B.U. C.N.R. n. 35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n. 43 (6.6.1974); B.U. C.N.R. n. 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17.3.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, secondo la tabella UNI 4163 – Ed. Febbraio 1959, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e ÷ 1,0:

$$IP: \text{indice di penetrazione} = (20 \times U - 500 \times V) / (U + 50 \times V)$$

dove: U = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25 °C);

V = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25 °C).

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla norma C.N.R. B.U. n.81/1980.

d) Miscela

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

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra 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 – la caratteristiche di impasto di seguito precisati:

- 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 D.L., 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 e la stessa Impresa 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;
- 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 10% in volume.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

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

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

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

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

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita 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.

Su richiesta della Direzione lavori sul cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

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

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23.3.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

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

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

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la 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 stazione Appaltante si riserva la espressa facoltà di verificare, tramite la Direzione lavori, le varie fasi di preparazione dei conglomerati. A tal uopo l'Impresa è tassativamente obbligata 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.

f) 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.

g) 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 $0,5 \pm 1 \text{ Kg/m}^2$, 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 azzerramento.

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

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli 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 dall'Appaltatore 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 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.

ART.28 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA DI ⁽¹⁸⁾

a) Descrizione

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 presenti prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Impresa al 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 tondeggiante.

b) 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., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme 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

(18) Cfr. A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 120-124.

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 all'Impresa, 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 AASHO 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 AASHO 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 dei lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25 °C inferiore a 150 dmm.

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

c) 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 dei lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

d) Miscela

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
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80
Crivello 5	30 ÷ 60
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,42	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	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 – la caratteristiche di impasto di seguito precisati:

- 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.

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
Crivello 15	100
Crivello 10	70 ÷ 100
Crivello 5	43 ÷ 67
Setaccio 2	25 ÷ 45
Setaccio 0,4	12 ÷ 24
Setaccio 0,18	7 ÷ 15
Setaccio 0,075	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 assestamento 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, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec;
- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance".

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

- "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 60 BPN;
 - dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 50 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, HS, 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. La stessa Impresa 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.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

Strato di collegamento (binder)

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

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:

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

con

$M \leq 1000 \text{ Kg}$	$Iv \geq 8\%$	$LA \geq 20\%$
--------------------------	---------------	----------------

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.

f) 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.

g) 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: $\pm 5 \text{ mm}$.

h) Attivanti l'adesione

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

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

C.3 – CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUMI MODIFICATI

ART.29 CONGLOMERATI AD ALTO MODULO COMPLESSO

a) Descrizione

Allo scopo di aumentare la resistenza a fatica ed alle deformazioni permanenti, potranno essere realizzati strati portanti in conglomerato bituminoso costituito da una miscela di pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, mescolati a caldo con bitume modificato.

Gli strati portanti ad alto modulo complesso, realizzati con spessore adeguato, potranno sostituire l'insieme strato di base-strato di collegamento (binder) e su di essi potrà essere direttamente realizzato il tappeto di usura.

Il conglomerato verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con idonei rulli.

b) Materiali inerti

I materiali inerti ed i loro requisiti di accettazione saranno come quelli descritti per lo strato di collegamento (binder) confezionato con bitume tradizionale (ved. art. "Strati di collegamento (binder) e di usura").

c) Legante

Il bitume modificato dovrà avere le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE	VALORI
Penetrazione a 25 °C dmm	30 ÷ 50
Punto di rammollimento palla ed anello °C, min	65
Punto di rottura Fraass °C, min	- 12
Ritorno elastico a 25 °C, min	50 %
Viscosità dinamica a 160 °C, Pa s, min	0,4
Stabilità allo stoccaggio (Δ pen, dmm e P&A, °C), max	5
Invecchiamento (RTFOT), penetrazione residua, % min	60
Invecchiamento (RTFOT), variazione P&A, °C	± 5

d) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato ad alto modulo dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Crivelli e setacci UNI	Fuso A % in peso	Fuso B % in peso
Passante al crivello 40 mm	100	-
Passante al crivello 30 mm	88 ÷ 100	100
Passante al crivello 20 mm	68 ÷ 90	80 ÷ 100
Passante al crivello 10 mm	48 ÷ 70	60 ÷ 80
Passante al crivello 5 mm	35 ÷ 60	48 ÷ 65
Passante al setaccio 2 mm	22 ÷ 45	35 ÷ 48

Passante al setaccio 0,4 mm	10 ÷ 23	18 ÷ 28
Passante al setaccio 0,18 mm	6 ÷ 14	8 ÷ 18
Passante al setaccio 0,075 mm	4 ÷ 6	6 ÷ 8

Il fuso da adottare con spessori minimi non inferiori a 12 cm, mentre il fuso B con spessori minimi non inferiori a 8 cm.

Il conglomerato ad alto modulo complesso dovrà avere i seguenti requisiti:

<i>Parametro</i>	<i>Norma</i>	<i>U.M.</i>	<i>Valore</i>
Percentuale in massa del bitume modificato sugli aggregati	CNR 38/73	%	4,5 ÷ 7
Vuoti residui percentuali	CNR 30/73	%	2 ÷ 4
Stabilità Marshall conglomerato a 60 °C	CNR 30/73	daN	≥ 2000
Scorrimento Marshall	CNR 30/73	mm	1 ÷ 3
Rigidezza Marshall	CNR 30/73	daN/m m	≥ 500
Stabilità Marshall dopo immersione acqua distillata (15 gg, 25 °C)	CNR 149/92	daN	≥ 1600
Resistenza a trazione indiretta a 10 °C	CNR 134/91	daN/cm q	≥ 25
Profondità di impronta a 40 °C	CNR 136/91	mm	< 2

Il volume dei vuoti residui in opera a compattazione ultimata dovrà essere compreso tra il 4% e 8%, comunque la massa volumica del conglomerato in sito non dovrà essere inferiore al 97% della massa volumica dei provini Marshall compattati in laboratorio.

Nella determinazione del modulo complesso e dell'angolo di fase, su provini costipati in laboratorio come previsto dalla norma CNR 106/85 e sottoposti a prova dinamica di trazione-compressione alla frequenza di 10 Hz, con deformazione unitaria compresa tra $1,0 \times 10^{-5}$ e $4,0 \times 10^{-5}$, in un intervallo di tempo compreso tra il 15° ed il 20° giorno dalla loro confezione, si dovranno ottenere i seguenti valori:

Temperatura (°C)	Modulo complesso (Mpa)	Angolo di fase (gradi)
10	> 18000	10 ÷ 20
25	>6000	20 ÷ 30
40	>1500	30 ÷ 40

Nella determinazione della deformabilità a carico costante (CREEP), i valori del parametro J_p dovranno risultare come di seguito indicati:

Temperatura	cmq Kg s
10 °C	< 10E-7
25 °C	< 10E-6
40 °C	< 10E-5

I valori di modulo complesso e deformabilità dovranno risultare anche per carote prelevate in sito, con determinazioni eseguite con le modalità sopra indicate, in un intervallo di tempo compreso tra i 20 e i 30 giorni dalla stesa del conglomerato.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

Vale quanto riportato all'art. "Strato di base in misto bitumato".

f) Formazione e confezionamento delle miscele

Vale quanto riportato all'art. "Strato di base in misto bitumato", con le seguenti eccezioni:

- la temperatura di miscelazione degli inerti e del bitume dovrà essere 10-15 °C superiore, a seconda del polimero utilizzato, rispetto ai conglomerati confezionati con bitume tradizionale;
- il tempo minimo di miscelazione effettiva non dovrà essere inferiore a 30 s.

g) Posa in opera della miscela

Vale quanto riportato all'art. "Strato di base in misto bitumato", con le seguenti eccezioni:

- la temperatura di stesa e quindi di costipamento non potrà mai essere inferiore a 150 °C;
- la compattazione dovrà essere realizzata esclusivamente con rulli gommati di idoneo peso e di caratteristiche tecnologiche avanzate, in azione subito dopo la finitrice, in maniera di assicurare il raggiungimento della massima densità ottenibile. Più specificatamente il rullo a pneumatici dovrà avere carico per ruota superiore a 3,5 t e carico totale non inferiore a 25 t.

ART.30 SPLITTMASTIX ASPHALT (USURA ANTISDRUCCIOLO SMA) ⁽¹⁹⁾

a) Descrizione

Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucchio SMA è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato e talvolta con aggiunta di fibre organiche o minerali.

Questo conglomerato deve essere chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti. È composto da una curva abbastanza discontinua in cui i vuoti vengono riempiti da un mastice di bitume modificato, filler e fibre organiche come la cellulosa, che gli conferiscono elevate proprietà meccaniche, una forte resistenza all'invecchiamento e un aspetto superficiale molto rugoso.

Esso è studiato per essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- migliorare l'aderenza in condizioni di asciutto e in caso di pioggia;
- impermeabilizzare e proteggere completamente lo strato o la struttura sottostante;
- attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

b) Materiali inerti

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchio SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal CNR-BU n. 139/1992.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa anche se preferibilmente basaltica, aventi forma poliedrica a spigoli vivi, che soddisfino i seguenti requisiti:

- quantità di frantumato = 100 %;
- perdita in peso Los Angeles LA (CNR-BU n. 34/1973) < 20 %;
- coefficiente di levigabilità accelerata CLA (CNR-BU n. 140/1992) > 0,45;
- coefficiente di forma "Cf" (CNR-BU n. 95/1984) < 3;
- coefficiente di appiattimento "Ca" (CNR-BU n. 95/1984) < 1,58;
- sensibilità al gelo (CNR-BU n. 80/1980) < 20 %;
- spogliamento in acqua a 40°C (CNR-BU n. 138/1992) = 0 %.

(19) Cfr. SITEB, *Capitolato d'appalto per pavimentazioni stradali con bitume modificato*, gennaio 1998, 45-49.

Aggregato fino (frazione ≤ 4 mm):

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

- perdita in peso Los Angeles LA (CNR-BU n.34/1973 – prova C) < 25 %;
- equivalente in sabbia ES (CNR-BU n. 27/1972) > 70%.

Filler (additivo minerale):

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcareo o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova CNR-BU n. 23/1971 dovranno risultare compresi nei seguenti minimi:

Setaccio UNI – numero	Passante in peso a secco (%)
0.42	100
0.18	95
0.075	90

- Più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0.075 deve passare a tale setaccio anche a secco;
- Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idratata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

c) Miscela

La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei seguenti limiti granulometrici del seguente fuso:

Serie A.S.T.M. numero setaccio	Apertura maglie (mm)	Miscela passante: % totale in peso
¾"	19.50	100
½"	12.5	95 ÷ 100
3/8"	9.50	65 ÷ 95
¼"	6.25	40 ÷ 60
N° 4	4.75	30 ÷ 50
N° 10	2.00	20 ÷ 30
N° 40	0.42	12 ÷ 22
N° 80	0.18	9 ÷ 19
N° 200	0.075	8 ÷ 13

d) Legante

Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antisdrucchiolo SMA, sarà bitume modificato scelto tra quelli previsti al punto M dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali", ovvero si utilizzerà un bitume 50/70-65. Il tenore del bitume sarà compreso tra il 5,5% e il 7,5% sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ad alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

e) Rapporto filler/bitume

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

f) Spessore minimo

Lo spessore minimo del tappeto d'usura antisdrucchiolo SMA, dovrà essere almeno pari a 3,4 cm.

g) Requisiti minimi del conglomerato

Il conglomerato per usura antisdrucchiolo SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti come di seguito:

Requisiti del conglomerato per usura antisdrucchiolo (SMA)	Unità di misura	Valori	Norme di riferimento
Stabilità Marshall eseguita a 60°C (75 colpi/faccia)	Kg	> 1000	CNR-BU n. 30/73
Rigidezza Marshall	Kg/mm	> 350	CNR-BU n. 30/73
Massa vol. delle carote indist. Rispetto provini Marshall	%	> 97	CNR-BU n.40/73
Percentuale dei vuoti residui	%	4÷8	CNR-BU n.39/73
Resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25 °C	Kg/cmq	> 6	CNR-BU n.134/91
Coefficiente di aderenza trasversale (15 – 90 gg)	CAT	> 0.60	CNR-BU n.147/92
Macrorugosità superficiale (15 – 180 gg)	HS	> 0.6	CNR-BU n.94/83
Impronta con punzone da mmq 500	mm	< 2	CNR-BU n.13/91

h) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura.

i) Confezione e posa in opera delle miscele

MODALITÀ DI PRODUZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato verrà confezionato mediante idonei impianti altamente automatizzati dotati di adeguati controlli automatici di processo, tali impianti dovranno essere mantenuti sempre perfettamente in ordine e dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni pianto 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 eventualmente previsto.

La zona destinata agli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare 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 onde evitare contaminazioni.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante modificato tra 150 e 180 °C salvo diverse disposizioni della direzione Lavori.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi 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 superare lo 0,5 % in peso.

TRASPORTO DEL CONGLOMERATO

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

La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà richiedere un tempo eccessivamente lungo per non causare il raffreddamento del conglomerato. Pertanto, la durata del trasporto è vincolata dalla temperatura minima del conglomerato alla stesa, che non dovrà mai essere inferiore a 150÷160 °C.

POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

Il piano di posa risulterà perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione lavori dotate di piastra riscaldata, in perfetto stato di efficienza e con automatismi di autolivellamento. La Direzione lavori si riserva la facoltà di potere utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna, possibilmente dopo aver consultato l'Impresa.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grassi. La velocità di avanzamento delle macchine di stesa dovrà essere mediamente compresa tra 4 e 5 m/min.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti.

La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore a 5 °C.

COMPATTAZIONE

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice ed essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato possibilmente con rulli gommati oppure metallici a rapida inversione di marcia, con peso idoneo e con caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso minimo di 8/10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati dovranno avere una densità non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente con uno scostamento massimo di 3 mm.

L'impasto sottoposto all'azione del rullo non deve scorrere. Se ciò accade, significa che qualche cosa non va nello studio Marshall della miscela o nella temperatura del materiale. In questi casi occorre sospendere l'esecuzione del lavoro.

ESECUZIONE DEI GIUNTI

Durante la 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 due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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

I) Preparazione delle superficie stradale

Prima di iniziare la stesa dell'usura antisdrucchiolo SMA, è necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, impermeabilizzarla e prevenire la propagazione delle fessurazioni dalla fondazione allo strato di usura.

La mano di attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di Kg 1,0 ± 0,2 al mq, con apposite macchine spruzzatrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, si dovrà provvedere allo spargimento, con apposito mezzo di graniglia prebitumata avente pezzatura 8/ 12 mm, in quantità di circa 6/8 l/mq. In casi particolari o quando la Direzione lavori lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano di attacco utilizzando una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime previste dal punto N dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali" effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di Kg 1,5 ± 0,2 al mq e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

ART.31 MICROTAPPETI A CALDO

a) Descrizione

La posa in opera dei conglomerati bituminosi di questo genere trova applicazione nei seguenti casi:

- di non sopraelevare il livello stradale oltre certi limiti;
- possibilità di ricostruire la rugosità e l'impermeabilità anche per strade di elevato traffico;
- nei piani viabili degli impalcati di ponti e viadotti.

Di regola la stesa di questo conglomerato bituminoso che ha uno spessore di non più di 2 cm deve essere accompagnata dalla posa di una mano di ancoraggio emulsione a base di bitume modificato simile a quella prevista per lo splittmastix asphalt.

Il microtappeto va applicato solo su un piano con regolare profilo longitudinale e trasversale.

b) Materiali inerti

Vale quanto riportato all'art. "Splittmastix asphalt", con le seguenti eccezioni:

- presenza di fibre minerali nella percentuale del 0,25 ÷ 0,40 % rispetto al peso degli aggregati.

c) Miscela

La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei seguenti limiti granulometrici dei seguenti fusi a secondo dello spessore da eseguire in opera:

Serie crivelli e setacci UNI (mm)	Passante % in peso		
	Sp. : 10 mm (Dmax 6 mm)	Sp. : 15 mm (Dmax 10 mm)	Sp. : 20 mm (Dmax 12 mm)
15	-	100	100
10	100	85 ÷ 100	90 ÷ 100
5	89 ÷ 100	55 ÷ 85	20 ÷ 30
2	58 ÷ 83	36 ÷ 55	15 ÷ 25
0,4	22 ÷ 36	14 ÷ 28	8 ÷ 16
0,18	11 ÷ 22	8 ÷ 19	6 ÷ 12
0,063	5 ÷ 15	4 ÷ 8	5 ÷ 10

d) Legante

Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati per microtappeti ad elevata rugosità, sarà bitume modificato di gradazione 50/70-65, con le caratteristiche indicate al punto M dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali". Il tenore del bitume sarà compreso tra il 5,0 % e il 6,5 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

e) Requisiti minimi del conglomerato

Il conglomerato per microtappeti ad elevata rugosità dovrà avere i requisiti minimi proposti come di seguito:

Requisiti del conglomerato	Unità di misura	Valori	Norme di riferimento
Stabilità Marshall eseguita a 60°C (50 colpi/faccia)	Kg	> 700	CNR-BU n. 30/73
Rigidezza Marshall	Kg/mm	150 ÷ 300	CNR-BU n. 30/73
Percentuale dei vuoti residui	%	10÷14	CNR-BU n.39/73
Resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25 °C	Kg/cmq	4,5÷7	CNR-BU n.134/91
Coefficiente di aderenza trasversale (15 – 90 gg)	CAT	> 0.60	CNR-BU n.147/92
Macrorugosità superficiale (15 – 180 gg)	HS	> 0.6	CNR-BU n.94/83

f) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. "Splittmastix asphalt (usura antisdrucchiolo SMA)".

g) Confezione e posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. "Splittmastix asphalt (usura antisdrucchiolo SMA)".

h) Preparazione della superficie stradale

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. "Splittmastix asphalt (usura antisdrucchiolo SMA)".

C.4 – CONGLOMERATI A FREDDO

ART.32 MICROTAPPETI A FREDDO (SLURRY SEALS)

a) Descrizione

I microtappeti a freddo sono costituiti dall'applicazione di uno strato, di spessore variabile, di malte bituminose ottenute miscelando aggregati lapidei di qualità con emulsioni bituminose elastomerizzate ed idonei additivi, con eventuale aggiunta di acqua e fibre. Per le operazioni di stesa si dovrà utilizzare un apposito mezzo semovente dotato di tutte le attrezzature necessarie allo scopo.

Lo strato potrà avere i seguenti spessori: 9, 6 e 4 mm.

Questo trattamento potrà essere applicato in due condizioni:

1. per irruvidire una superficie che abbisogni di aumentati parametri di aderenza e tessitura;
2. per incrementare le caratteristiche di durata (in quanto impermeabilizza i strati superficiali delle pavimentazioni flessibili) ed anche di aderenza e tessitura di uno strato di usura invecchiato ma non lesionato.

I microtappeti tipo slurry seal non possono essere applicati in presenza di fenomeni di degrado importanti, quali ormaie e fessurazioni estese.

b) Materiali inerti

Saranno costituiti da una miscela di graniglia e sabbia cui verrà poi aggiunto un additivo (filler). Gli inerti proverranno unicamente da frantumazione di rocce basaltiche e dovranno risultare di forma poliedrica, con assenza di elementi aventi solo due facce, ben puliti ed esenti da ogni traccia di polvere.

Aggregato grosso (trattenuto al vaglio UNI 5):

L'aggregato grosso dovrà avere i seguenti requisiti:

Parametro	Normativa	Requisito
Los Angeles	CNR 34/73	≤ 20
Quantità di frantumato	-	100
Sensibilità al gelo (*)	CNR 80/80	≤ 20
Spogliamento	CNR 138/92	0
Indice appiattimento	CNR 95/84	≤ 15
CLA	CNR 140/92	≥ 45

(*) in zone considerate soggette a gelo

Aggregato fino (passante al vaglio UNI 5):

L'aggregato fino dovrà essere composto da sabbia di frantumazione e dovrà avere i seguenti requisiti:

Parametro	Normativa	Requisito
Los Angeles (*)	CNR 34/73	≤ 20
Equivalente in sabbia ES	CNR 27/72	≥ 80
CLA	CNR 140/92	≥ 45

(*) ricavato sulla roccia di origine per la classe C

Filler:

L'additivo (filler) che oltre a quello proveniente dalla sabbia di cui sopra, sarà integrato da cemento Portland di classe di resistenza normalizzata 325 oppure da polvere di roccia calcarea, calce idratata, calce idraulica, polvere di asfalto, cenere volanti. In ogni caso il filler dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Parametro	Normativa	Requisito
Passante allo 0,18	CNR 23/71	100 %
Passante allo 0,075	CNR 75/80	≥ 80 %
Spogliamento	CNR 138/92	≤ 5 %
Indice di plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.

c) Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione del microtappeto a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose.

d) Legante

Il legante impiegato è una emulsione bituminosa elastomerizzata a rottura controllata, con 60 % oppure 65 % di bitume (ved. art. "Provenienza e qualità dei materiali" punto N), caratterizzata da un legante residuo le cui caratteristiche sono riportate come di seguito:

Indicatori sul residuo bituminoso	Normativa	Requisito
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	50 - 70 dmm
Punto di rammollimento	CNR 35/73	≥ 60 °C
Punto di rottura Fraass	CNR 35/73	< - 14
% di elastomero sul peso di bitume	-	3,5 ÷ 5,0 %

Dovranno poi essere impiegati dopes di adesività per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela. Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

e) Malta bituminosa

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

Crivelli e setacci UNI	Spessore 9 mm % in peso	Spessore 6 mm % in peso	Spessore 4 mm % in peso
Passante al crivello 15 mm	100	-	-
Passante al crivello 12 mm	85 ÷ 100	100	100
Passante al crivello 5 mm	60 ÷ 85	70 ÷ 90	85 ÷ 100
Passante al setaccio 2 mm	35 ÷ 55	40 ÷ 65	58 ÷ 83
Passante al setaccio 0,4 mm	14 ÷ 28	14 ÷ 28	22 ÷ 36
Passante al setaccio 0,18 mm	8 ÷ 19	8 ÷ 19	11 ÷ 22
Passante al setaccio 0,075 mm	4 ÷ 10	5 ÷ 15	5 ÷ 15

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta (Kg/mq)	15 ÷ 25	10 ÷ 15	7 ÷ 12
Dimensione massima degli inerti (mm)	10 ÷ 13	7 ÷ 8	5 ÷ 6
Contenuto di bitume modificato residuo rispetto agli inerti (%)	5,5 ÷ 7,5	6,5 ÷ 12	7,7 ÷ 13,5

Le fibre minerali possono essere aggiunte alla malta bituminosa, mediante idonea apparecchiatura, allo scopo di favorire l'esecuzione di microtappeti con maggiore consistenza e stabilità al momento dell'applicazione quando ancora non è avvenuta la rottura dell'emulsione.

f) Confezionamento e posa in opera

Prima della posa in opera della malta bituminosa la superficie stradale oggetto del trattamento dovrà essere perfettamente pulita (manualmente o mediante mezzi meccanici) da tutti i tipi di detrito o polvere che potrebbero risultare pregiudizievoli, con particolare riguardo ai bordi.

A giudizio della Direzione lavori si dovrà provvedere all'umidificazione in maniera uniforme della superficie da trattare, qualora lo stato della superficie sia completamente asciutto o se si è in presenza di condizioni climatiche calde.

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice stenditrice semovente e costituita essenzialmente da:

- serbatoio dell'emulsione bituminosa;
- tramoggia degli aggregati lapidei;
- tramoggia dei filler;
- dosatore degli aggregati lapidei;
- nastro trasportatore;
- spruzzatore dell'emulsione bituminosa;
- spruzzatore dell'acqua;
- mescolatore;
- stenditore a carter.

La stesa dovrà essere uniforme e la velocità di avanzamento del mezzo sarà tale da consentire la stesa delle quantità per metro quadrato sopra indicate, onde ottenere lo spessore richiesto. Non dovranno avvenire fenomeni di segregazione della miscela durante le fasi di stesa e prima dell'inizio della rottura dell'emulsione e la distribuzione dei componenti litici della miscela dovrà apparire regolare.

In zone con sollecitazioni trasversali forti (es.: curve) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. Il costipamento deve essere effettuato con rullo gommato con pressione di gonfiamento dei pneumatici di 3,5 atm.

Sempre nei casi in cui siano presenti zone caratterizzate da elevate sollecitazioni tangenziali, è possibile effettuare una doppia stesa della malta bituminosa. La produzione o la stesa in opera del microtappeto a freddo dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai +10 °C ed in caso di pioggia. Al termine della stesa lo slurry seal dovrà presentare notevolissima scabrosità superficiale ed esente da imperfezioni quali sbavature e strappi. L'apertura al traffico dovrà essere sempre possibile dopo un'ora dalla messa in opera del microtappeto a freddo.

g) Requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni riportate al punto precedente: *“Trattamento superficiale monostrato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria”*.

C.5 – TRATTAMENTI SUPERFICIALI

ART.33 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante esportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

A) TRATTAMENTO A FREDDO CON EMULSIONE ⁽²⁰⁾

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 4 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2,5 di emulsione bituminosa e dm³ 12 di graniglia da mm 10 a mm 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1,5 di emulsione bituminosa e dm³ 8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della

(20) Cfr. A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 124-125.

Direzione dei lavori sulle forniture delle emulsioni, l'impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile esportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

B) TRATTAMENTO SUPERFICIALE MONO-STRATO REALIZZATO CON EMULSIONE BITUMINOSA PRODOTTA DA BITUMI MODIFICATI E GRANIGLIE DI PRIMA CATEGORIA

a) Modalità di esecuzione

- Accurata pulizia della superficie stradale per eliminare polvere, terra e quant'altro in genere.
- Per mezzo di apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile automaticamente dall'operatore e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da garantire l'uniformità durante la stesa di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, con le prescrizioni come da capitolato, in ragione di $1,400 \pm 0,100$ Kg/mq, in funzione delle condizioni del manto stradale, alla temperatura di 60-80°C;
- Immediata stesa della graniglia, avente generalmente la pezzatura di 4÷8 o 3÷6 mm, secondo le indicazioni dell'elenco voci, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di $6 \div 7$ /mq o $4 \div 6$ /mq;
- Adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 t;
- Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice anche a più riprese o nei giorni successivi alla posa in opera;
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Se indicato nella voce della lavorazione dell'elenco prezzi o se ordinato dalla Direzione lavori, il trattamento superficiale in mono-strato dovrà eseguirsi con apposita macchina semovente che provveda alla contemporanea stesa e dosaggio del legante e dell'inerte. In tale caso all'Impresa esecutrice dei lavori non gli verrà riconosciuta nessuna maggiorazione rispetto al prezzo offerto in sede di gara.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

b) Emulsione bituminosa modificata

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI TERMOPLASTICI SBS AL 70% dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	30 ±1%
b	Contenuto di legante	100 - a)	70 ±1%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 69%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	0
e	Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷100
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	> 20°E
i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato

l	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	50 ÷70 dmm.
m	Punto di rammollimento	CNR 35/73	migliore di 65°C
n	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -18°C

c) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (CNR 34/73)	≤ 18%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	1
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(CNR 140/92)	> 0,45
Coeff. di forma (CNR 95/84)	< 3
Coeff. di appiattimento (CNR 95/84)	< 1,56
Sensibilità al gelo (CNR 80/80)	< 20%
Spogliamento in acqua a 40 °C (CNR 138/92)	0%

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

		GRANIGLIA	GRANIGLIA
apertura		4/8 mm.	3/6 mm.
Setacci A.S.T.M.	mm.	Passante al setaccio % in peso	
¾"	19.50		
½"	12.50		
3/8"	9.50	100	
¼"	6.25	88-100	100
N° 4	4.75	26-55	92-100
N° 10	2.00	0-5	2-15
N° 40	0.42	0	0
N° 80	0.18		
N° 200	0.075		
lt/mq		6/7	4/6

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

d) Requisiti di accettazione

d.1) Determinazione del contenuto di emulsione al mq. e della uniformità di stesa

Dovranno essere allegate alla contabilità copie delle bolle, riferite al cantiere specifico, dalle quali risulti la quantità netta effettivamente scaricata su strada. La Direzione lavori si riserva di effettuare la pesatura a campione, oppure di tutte le cisterne spanditrici operanti sul cantiere.

Le cisterne spanditrici dovranno essere costruite con accorgimenti tali da garantire una stesa di legante in opera, omogenea, sia in senso orizzontale che longitudinale. In particolare dovranno essere dotate di barra automatica di spandimento a dosaggio controllato e larghezza variabile automaticamente durante la stesa del legante. Il quantitativo globale a mq richiesto nel capitolato in ogni punto della pavimentazione, dovrà essere considerato il minimo. In caso di difetto, contenuto entro il 10%, sarà applicata una detrazione pari al 15% del valore complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento della campionatura.

In caso di difetto, superiore al 10%, sul quantitativo globale al mq la pavimentazione sarà rifiutata e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese della Impresa appaltatrice.

d.2) Determinazione qualità e quantità graniglie:

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione lavori certificati di Laboratorio, dai quali risultino le caratteristiche fisico-meccaniche e le curve granulometriche delle graniglie che verranno impiegate. La Direzione

lavori si riserva di accettare o respingere i materiali proposti. Nel caso di accettazione, le graniglie impiegate saranno sottoposte ad ulteriori accertamenti di laboratorio, e da questi dovranno risultare uguali ai campioni proposti. In caso di difformità, per risultati contenuti entro il 5%, si applicherà una detrazione del 15% sul valore complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento della prova. Per valori che risultino difformi oltre il 5%, la pavimentazione verrà rifiutata, e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

Per determinare la quantità di graniglia, si eseguiranno un congruo numero di prove, a discrezione della Direzione lavori, durante lo spargimento della stessa, ponendo su strada al passaggio delle macchine spandigraniglia, rettangoli di superficie nota, e provvedendo alla pesatura della graniglia raccolta, comparata con il peso specifico della stessa.

In caso di mancanza dovrà essere idoneamente integrata, in caso di eccesso dovrà essere spazzata e allontanata.

d.3) Controllo qualità delle emulsioni bituminose:

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa, dovrà fornire alla Direzione lavori, una scheda tecnica e certificato ufficiale di qualità rilasciato da Laboratorio autorizzato, dei leganti bituminosi che intende impiegare. Da questi documenti si dovrà riscontrare l'idoneità rispetto alle norme di capitolato. In corso d'opera saranno prelevati campioni dalle cisterne spanditrici e sottoposte a prove di laboratorio. In caso di difformità rispetto alle prescrizioni tecniche di capitolato, anche riferite ad una sola caratteristica, contenute entro il 2% per il contenuto di legante ed il 10% per le altre caratteristiche, si applicherà una detrazione del 15% sul prezzo complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento del prelievo. Per difformità di valori, superiori al 2% per il contenuto di legante ed il più o meno 10% per tutti gli altri valori, anche se riferite ad una sola caratteristica, la pavimentazione sarà rifiutata, e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese della Ditta appaltatrice.

d.4) Rugosità superficiale:

La superficie finita del trattamento superficiale messo in opera, 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;
- 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.

Tali valori si intendono come minimi, e pertanto qualora non si raggiungessero i termini sopra indicati l'Impresa dovrà rimuovere a sua cura e spese tutti i tratti della pavimentazione trattata non rispondenti ai requisiti minimi di aderenza superficiale.

Note: le detrazioni nella misura del 15% sul valore della pavimentazione saranno tollerate una sola volta. Nell'ipotesi di dovere applicare la detrazione una seconda volta la pavimentazione sarà rifiutata e dovrà essere rimossa ed allontanata a cura e spese della impresa appaltatrice.

C) TRATTAMENTO SUPERFICIALE DOPPIO-STRATO REALIZZATO CON EMULSIONE BITUMINOSA PRODOTTA DA BITUMI MODIFICATI E GRANIGLIE DI PRIMA CATEGORIA

a) Modalità di esecuzione

- Accurata pulizia della superficie stradale per eliminare polvere, terra e quant'altro in genere.
- Stesa della prima mano, per mezzo di apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da avere l'uniformità della stesa di emulsione bituminosa prodotta da bitumi

modificati con SBS-Ra-diali, con le prescrizioni da capitolato di 1,200 Kg/mq massimo alla temperatura di 60-80°C.

- Immediata stesa del primo strato di graniglia, avente generalmente la pezzatura di 8÷12 o 12÷18 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di lt 7÷9/mq o lt 10÷11/mq.
- Stesa di una seconda mano di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, in ragione di 1,300 Kg/mq.
- Successiva stesa del secondo strato di graniglia, avente generalmente la pezzatura di 3÷6 o 4÷8 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di lt 4÷6/mq lt 6÷7/mq.
- Adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 t.
- Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice anche a più riprese o nei giorni successivi alla posa in opera;
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Se indicato nella voce della lavorazione dell'elenco prezzi o se ordinato dalla Direzione lavori, il trattamento superficiale in doppio-strato dovrà eseguirsi con apposita macchina semovente che provveda alla contemporanea stesa e dosaggio del legante e dell'inerte. In tale caso all'Impresa esecutrice dei lavori non verrà riconosciuta nessuna maggiorazione rispetto al prezzo offerto in sede di gara.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

b) Emulsione bituminosa modificata

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI TERMOPLASTICI SBS AL 70% dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	30 ±1%
b	Contenuto di legante	100 - a)	70 ±1%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 69%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	0
e	Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷100
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	> 20°E
i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato

l	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	50 ÷70 dmm.
m	Punto di rammollimento	CNR 35/73	migliore di 65°C
n	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -18°C

c) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (CNR 34/73)	≤ 18%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	1
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(CNR 140/92)	> 0,45
Coeff. di forma (CNR 95/84)	< 3

Coeff. di appiattimento (CNR 95/84)	< 1,56
Sensibilità al gelo (CNR 80/80)	< 20%
Spogliamento in acqua a 40 °C (CNR 138/92)	0%

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

		PIETRISCHETTI		GRANIGLIE	
apertura		12/18 mm.	8/12 mm.	4/8 mm.	3/6 mm.
Setacci A.S.T.M.	mm.	Passante al setaccio % in peso			
¾"	19.50	100	100		
½"	12.50	40-80	97-100		
3/8"	9.50	2-15	78-94	100	
¼"	6.25	0-4	12-34	88-100	100
N° 4	4.75	0	0-8	26-55	92-100
N° 10	2.00		0	0-5	2-15
N° 40	0.42			0	0
N° 80	0.18				
N° 200	0.075				
lt/mq 1°mano		10/11	7/9	5/6	
lt/mq 2°mano				6/7	4/6

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

d) Requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni riportate al punto precedente: *“Trattamento superficiale monostrato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria”*.

ART.34 TRATTAMENTO AD IMPREGNAZIONE DI STRADE STERRATE CON EMULSIONI BITUMINOSE

a) Premessa

Il trattamento superficiale ad impregnazione eseguito con emulsioni bituminose è adatto per impermeabilizzare ed irruvidire le pavimentazioni stradali con fondazioni in terra, misto granulare, in pietrisco tipo Mac Adam o similari. Inoltre, il procedimento si finalizza in un manto legato alla superficie trattata, pertanto se indicato nella voce dell'elenco prezzi o su ordinativo della Direzione lavori si dovrà fare utilizzo di inerti da precise tonalità di colore, con le caratteristiche rispondenti ai successivi requisiti di accettazione, al fine di decidere l'impatto ambientale delle superfici trattate. Qualora il trattamento superficiale sia vincolato soprattutto dal fatto di ridurre l'impatto ambientale, indipendentemente dal volume di traffico veicolare, sarà necessario prevedere per la stesa di emulsione nella 2° e 3° mano, l'utilizzo di emulsione cationica, prodotta con bitumi modificati. L'applicazione della stesa di emulsione cationica per impregnazione a lenta rottura è capace di aderire agli strati polverosi e di scendere tra gli interstizi in profondità nella massciata in modo da creare uno strato bituminoso di fondazione di rinforzo e predisposto a ricevere il successivo trattamento superficiale.

b) Modalità di esecuzione

- Eventuale risagomatura della strada con misto granulare a stabilizzazione meccanica, di pezzatura 0/25 mm, disteso con motograder, spargimento di pietrischetto di pezzatura 12/18 mm in ragione di 15 l/mq e abbondante bagnatura della superficie con apposito autobotte.
- Spargimento di una prima mano di emulsione cationica da impregnazione al 55% di bitume a lenta rottura, in quantità non inferiore a 2,5 Kg/mq, mediante apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di

riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile automaticamente dall'operatore e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da garantire l'uniformità durante le operazioni di stesa.

- Immediata stesa, con apposito spandigraniglia, di pietrisco di pezzatura 12/18 mm, in ragione di 10 l/mq e successiva rullatura con rullo statico da 8/10 t.
- Stesa di una seconda mano: strada a traffico leggero: di emulsione cationica al 69% di bitume, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq strada a traffico medio/pesante di emulsione cationica al 70% di bitume, prodotta da bitumi modificati, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq.
- Immediata stesa, con apposito spandigraniglia, di pietrisco di pezzatura 8/12 mm, in ragione di 10 l/mq.
- Stesa di una terza mano:
 - strada a traffico leggero:
di emulsione cationica al 69% di bitume, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq.
 - strada a traffico medio/pesante
di emulsione cationica al 70%, prodotta da bitumi modificati, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq.
- Saturazione con apposito spandigraniglia, di graniglia di pezzatura 4/8 o 3/6 mm in ragione di 5 o 6 l/mq e successiva rullatura.
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Il giorno successivo la posa del materiale è opportuno provvedere alla rimozione della graniglia eccedente mediante motospazzatrice aspirante. Tutti gli accorgimenti tecnici, cautele, precauzioni, spese per le prove di laboratorio (preliminari e in corso d'opera) e quanto altro sia dato come ordinativo dalla Direzione lavori, per eseguire la posa a perfetta regola d'arte, sono a completo carico dell'Impresa, in quanto si intendono già compresi nel prezzo della lavorazione finita.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

c) Emulsioni bituminose

EMULSIONE CATIONICA DA IMPREGNAZIONE DI BITUME AL 55%, A LENTA ROTTURA, dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	45%
b	Contenuto di legante	100 - a)	55%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 51%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	3 ÷ 4%
e	Demulsività	ASTM D244-72	0 ÷ 5%
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	2 ÷ 5°E
i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume emulsionato

l	Penetrazione a 4 °C	CNR 24/71	180 ÷ 220 dmm
m	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	> 300 dmm
n	Punto di rammollimento	CNR 35/73	37 ÷ 42 °C
o	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -10°C

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME AL 69%, dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	29 ÷ 33%
b	Contenuto di legante	100 - a)	71 ÷ 67%
c	Contenuto di flussante	CNR 100/84	> 3%
d	Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷ 100%
e	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
f	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
g	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume emulsionato (bitume 80-100)			
h	Penetrazione a 25 C	CNR 54/71	<100 dmm
i	Punto di rammollimento	CNR 35/73	>44 C

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME MODIFICATO AL 70%, dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	30%
b	Contenuto di legante	100 - a)	70%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 67%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	3%
e	Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷ 100 %
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	min 20°E
i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

l	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	55 ÷ 65 dmm
m	Punto di rammollimento	CNR 35/73	> 55 °C
n	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -13°C

d) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (CNR 34/73)	≤ 20%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	1
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(CNR 140/92)	> 0,45
Coeff. di forma (CNR 95/84)	< 3
Coeff. di appiattimento (CNR 95/84)	< 1,56

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

		PIETRISCHETTI		GRANIGLIE	
apertura		12/18 mm.	8/12 mm.	4/8 mm.	3/6 mm.
Setacci A.S.T.M.	mm.	Passante al setaccio % in peso			
¾"	19.50	100	100		
½"	12.50	40-80	97-100		

3/8"	9.50	2-15	78-94	100	
¼"	6.25	0-4	12-34	88-100	100
N° 4	4.75	0	0-8	26-55	92-100
N° 10	2.00		0	0-5	2-15
N° 40	0.42			0	0
N° 80	0.18				
N° 200	0.075				
lt/mq 1° mano		10			
lt/mq 2° mano			10		
lt/mq 3° mano				5	6

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

e) Requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni riportate all'articolo precedente: *"Trattamento superficiale monostrato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria"*.

C.6 – CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI

ART.35 CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI A FREDDO IN SITO O IN IMPIANTO

a) Descrizione

Il riciclaggio in sito a freddo viene realizzato mediante idonee attrezzature che consentono di miscelare il materiale bituminoso fresato con emulsione bituminosa modificata e cemento, ed eventuali inerti nuovi, additivi ed acqua, omogeneizzare, stendere e compattare il conglomerato ottenuto per uno spessore massimo di 20 cm. Il conglomerato bituminoso preesistente, denominato "materiale da riciclare", proviene dalla frantumazione direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici.

b) Inerti di integrazione

Gli inerti di integrazione devono provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) ed essere conformi a quanto richiesto dalle specifiche tecniche per i corrispondenti conglomerati bituminosi "tradizionali".

c) Materiale da riciclare (fresato)

Si potrà utilizzare materiale da riciclare di qualsiasi provenienza per impieghi negli strati non superficiali, materiale proveniente esclusivamente da miscele di usura per impieghi per lo strato di usura.

d) Legante

Il bitume finale deve essere costituito da quello presente nel materiale fresato integrato con quello proveniente dall'emulsione bituminosa formulata con bitume modificato. L'emulsione per il riciclaggio a freddo dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Contenuto d'acqua (CNR 101/84) 40+/-1%;
- Contenuto di legante (CNR 100/84) 60+/-1%;
- Contenuto di bitume (CNR 100/84) >59%;
- Contenuto di flussante (CNR 100/84) 0%;
- Demulsività (ASTM D244) 0 – 40;
- Omogeneità (ASTM D244) < 0,2%;

- Sedimentazione a 5 gg < 10%;
- Viscosità Engler a 20°C 5 – 10°E;
- PH (grado di acidità) 2 – 4;
- Indice di rottura (NF – T 66 – 017) > 200.

In alternativa all'indice di rottura si prescrive che 50 gr di cemento con 25 gr di acqua miscelati intimamente vengono introdotti in 100 gr di emulsione, e mescolati dolcemente per 4 minuti. Durante questo tempo non si devono avere apprezzabili separazioni di bitume.

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

- Penetrazione a 25°C 100 gr/5" (CNR 24/71) 50 – 70 dmm;
- Punto di rammollimento (P.A) (CRN 35/73) > 60 ° C;
- Punto di rottura (Frass) < -13 ° C.

e) Cemento

Deve essere impiegato cemento Portland d'alto forno o pozzolanico (tipo I, III o IV) con classe di resistenza 325.

f) Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

g) Fuso di progetto

Qualora la composizione granulometrica del materiale fresato non consenta la realizzazione della curva di progetto che si vuole realizzare la miscela deve essere integrata con inerti nuovi per una percentuale massima del 30% in peso riferito al totale della miscela fino al raggiungimento della curva granulometrica richiesta.

h) Studio della miscela di laboratorio

La percentuale di emulsione bituminosa modificata, del cemento e dell'eventuale integrazione di inerti e di acqua saranno stabilite mediante uno specifico studio che dovrà prevedere:

- a) Prelievi di materiale appena fresato in sito per la determinazione dell'umidità percentuale del materiale appena fresato (CNR UNI 10008/63), della curva granulometrica e della relativa percentuale di legante presente (CNR 23/71 e CNR 38/73). Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori ogni 500 m ed in caso di non omogeneità della miscela, intensificate;
- b) Per ogni punto di cui al punto precedente determinare la penetrazione e punto di rammollimento del legante estratto dal fresato o da carote prelevate precedentemente dalla pavimentazione (CNR 24/71, CNR 35/73);
- c) Costruzione della curva di progetto con eventuale previsione di aggiunta di inerti a integrazione;
- d) Determinazione della massima densità delle miscela di progetto come di seguito descritto:
 - d.1) Confezionamento di campioni di miscela essiccata ottimizzata del peso 1200 g (comprensivo di una percentuale di cemento pari all'incirca di quella ottimale) con quantità massime crescenti di acqua dell'1,0% in peso;
 - d.2) Il materiale così confezionato viene posto in una fustella Marshall con la base modificata per lo smaltimento dell'acqua (sistema di prova Duriez) e sottoposto a una pressione statica di 120 Kg/cm² per 5 minuti;
 - d.3) Estratto il provino si determina mediante pesata idrostatica la densità ottenuta;
 - d.4) Mediante la costruzione della curva di densità si individua la percentuale di umidità alla quale si è ottenuta la massima intensità.
- e) Determinazione della percentuale ottimale di emulsione modificata e di cemento nella miscela:

- e.1) Confezionamento di campioni di miscela essiccata ottimizzata del peso complessivo di 1200 g di quantità crescenti percentuali di emulsione bituminosa modificata calcolando in modo che la percentuale di umidità dell'impasto non sia mai superiore a quella misurata sulla curva di massima densità;
- e.2) Il materiale così confezionato deve essere compattato con le stesse modalità sopra descritte.

i) Condizioni, numero e modalità di prova

Formella Marshall: 8,1 cmq

Peso del materiale: 1200 g (peso totale)

Compattazione del provino: 120 Kg/cmq per 5 minuti

Maturazione: 1, 3, 7 giorni in stufa a T = 25 °C

Rottura : Marshall a T = 25 °C

Numero dei campioni:

Per ogni intervallo di maturazione e per ogni intervallo percentuale di cemento e per ogni percentuale di emulsione:

- n. 3 provini per la determinazione della densità e della percentuale dei vuoti residui;
- n. 4 provini per la determinazione della stabilità Marshall dello scorrimento e del modulo di rigidezza (CNR B.U. n° 30/73);
- n. 4 provini per la determinazione della resistenza a trazione indiretta e dei parametri di deformabilità a 10 °C, 25 °C e 40 °C da rilevare esclusivamente sull'ottimale di legante e di cemento.

I requisiti richiesti dovranno essere comparabili con quelli dei relativi conglomerati bituminosi confezionati a caldo con bitumi di base.

Una volta accettata dalla Direzione lavori la composizione granulometrica della curva di progetto proposta non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di +/- 7; per il contenuto di sabbia +/- 5 (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI) per il passante al setaccio UNI 0,075 +/- 1,5.

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

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

l) Posa in opera

Per l'esecuzione del lavoro l'impresa dovrà utilizzare un "treno" di riciclaggio costituito da:

- fresatrice;
- impianto di riciclaggio semovente;
- caricatore;
- vibrofinitrice;
- rulli.

In alternativa all'impianto di riciclaggio semovente potrà essere utilizzato un impianto mobile o fisso per la confezione delle miscele.

Lo strato dovrà essere perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo statico metallico da 50 t e da un rullo gommato da 35 t. In alternativa in luogo del rullo da 50 t potrà essere impiegato un rullo metallico vibrante che permetta comunque di ottenere compattazioni superiori alle 50 t in dinamico (onda lunga).

Nella fase di esecuzione dei lavori dovranno essere eseguiti controlli per tratti uniformi della pavimentazione con cadenza giornaliera, della rispondenza agli studi di formulazione dell'andamento granulometrico dopo il riciclaggio, del

contenuto di legante e le prove di creep sui conglomerati rigenerati saranno eseguite, a discrezione della Direzione lavori, in numero adeguato in funzione dei tratti con pavimentazione uniforme.

Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella massima di progetto.

La lavorazione della miscela deve essere sospesa con temperatura dell'aria inferiore ai 10 °C e comunque sempre in caso di pioggia.

D) LAVORI DIVERSI

ART.36 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per gli interventi su pavimentazioni stradali già esistenti sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, previo ordine della Direzione lavori, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

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

ART.37 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", D.P.R. 24/7/96, n. 459.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione lavori. Particolare cura e cautela deve essere rivolta alla fresatura della pavimentazione su cui giacciono coperchi o prese dei sottoservizi, la stessa Impresa 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 farsi carico degli oneri per attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

ART.38 CORDONATE IN CALCESTRUZZO

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo con sezione da determinarsi a cura del Direttore dei lavori, saranno di lunghezza un metro, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o nei casi particolari indicati sempre dalla

Direzione lavori. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per la cordonata dovrà essere di classe 300 Kg/cm².

La Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà eseguire dei prelievi, mediante confezionamento di provini cubici di cm 10 di lato, da sottoporre al controllo della resistenza a compressione semplice.

Gli elementi andranno posati su un letto di calcestruzzo minimo di 10/15 cm di spessore e opportunamente rinfiancati in modo continuo da ambo i lati. I giunti saranno sigillati con malta fina di cemento.

Particolare cura, l'Impresa dovrà avere durante la posa per rispettare gli allineamenti di progetto, mentre gli attestamenti tra i consecutivi elementi di cordonata dovranno essere perfetti e privi di sbavature o riseghe.

ART.39 ELEMENTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO

I manufatti saranno realizzati con calcestruzzo cementizio vibrato, gettato in speciali casseforme multiple o mediante appositi macchinari, in modo che la superficie in vista o esposta agli agenti atmosferici sia particolarmente liscia ed esente da qualsiasi difetto, con R_{ck} non inferiore a 300 kg/cm², stagionati in appositi ambienti e trasportati in cantiere in confezioni.

1) CANALETTE DI DEFLUSSO DALLA STRADA (EMBRICI)

L'allontanamento delle acque di piattaforma dalla scarpata di un rilevato stradale può avvenire tramite scivoli che adducono l'acqua fino al piede della scarpata. Le canalette devono estendersi lungo tutto la scarpata, dalla banchina fino al fosso di guardia.

Avranno le misure di cm 50/40x50x20, spessore cm 5, e saranno di forma ad imbuto. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per le canalette dovrà essere di classe non inferiore a 250 Kg/cm².

Saranno poste in opera dal basso, in apposita sede scavata sulla superficie della scarpata, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, partendo dal fosso di guardia fino alla banchina, dove sarà eseguito un raccordo per l'imbocco delle acque di deflusso mediante calcestruzzo del tipo fondazioni. La sagomatura dell'invito dovrà essere eseguita in modo tale da non creare ostacolo all'acqua, al fine di evitare ristagni, travasi e convogliamenti non desiderati.

Qualora non vi sia ritengo sul fosso di guardia si avrà cura di infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio di diametro mm 20, della lunghezza minima di cm 80 con sporgenza di cm 20, per impedire lo slittamento.

2) CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Le acque defluenti dal corpo stradale o dall'esterno vengono raccolte in piccoli canali, detti cunette o fossi di guardia.

Gli elementi potranno avere sezione trapezoidale o ad L, con spessore di cm 6 e saranno sagomati ad imbuto, con giunzioni stuccate a cemento. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per le cunette e fossi di guardia dovrà essere di classe non inferiore a 300 Kg/cm². L'armatura dei manufatti dovrà essere eseguita con rete elettrosaldata a maglie saldate di dimensioni 12x12 cm con ferri F 5 mm, salvo diversa indicazione dalla Direzione lavori.

La posa sarà eseguita su letto di materiale arido costipato di spessore cm 10/15, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle cunette. È compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg 500.

ART.40 CADITOIE STRADALI

Le caditoie stradali sono dispositivi opportunamente sagomati che raccolgono le acque defluenti nelle cunette poste ai lati delle strade o ai bordi di superfici scolanti. Le caditoie sono costituite da un pozzetto di raccolta interrato ispezionabile e mantenibile con un dispositivo di coronamento (griglia) o di chiusura (chiusino).

I pozzetti di raccolta delle acque sono costruiti in opera o sono prefabbricati. I pozzetti in opera possono essere realizzati in muratura o con conglomerato cementizio; le dimensioni e le caratteristiche dei materiali dovranno essere conformi agli elaborati progettuali o alle indicazioni impartite dalla Direzione lavori.

I pozzetti in c.a.v. devono essere in conglomerato cementizio armato e vibrato ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 300 \text{ Kg/cm}^2$;

- armatura con rete elettrosaldada in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiori a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni. Le griglie ed i chiusini vengono impiegati a protezione di pozzetti e cabalette. Tutti gli elementi costruttivi devono essere conformi alle norme UNI-EN 124. Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione, il passo d'uomo deve avere diametro superiore a 600 mm.

Griglie e chiusini con i rispettivi telai di appoggio devono riportare una marcatura leggibile e durevole, indicante la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante.

ART.41 MANTELLATE DI RIVESTIMENTO SCARPATE IN C.A.V.

Nel caso in cui occorra proteggere le scarpate del corpo stradale, si possono utilizzare mantellate di rivestimento in elementi prefabbricati in c.a.v. Gli elementi prefabbricati devono essere in conglomerato cementizio vibrato con $R_{ck} \geq 250 \text{ Kg/cm}^2$ con dimensioni e forma indicate negli elaborati progettuali o come dalle indicazioni impartite dalla direzione lavori, affiancati in modo da ottenere giunti ricorrenti aperti verso l'alto dove deve essere inserita, se prevista, l'armatura in acciaio.

Gli elementi devono essere confezionati con stampi metallici levigati affinché la superficie in vista delle lastre risulti liscia e piana e gli spigoli vivi. I bordi devono essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro.

L'armatura metallica incorporata nella mantellata deve essere composta da barre di acciaio del tipo FeB44K del diametro $\geq 6 \text{ mm}$, disposte nei giunti longitudinali e trasversali ed annegate nella malta di sigillatura nei giunti stessi.

Gli elementi devono essere posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti tali da compromettere la resistenza della struttura. I giunti devono essere stuccati con malta dosata a 400 Kg/mc di cemento normale. La posa in opera comprende la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per dare i lavori finiti.

Per gli elementi prefabbricati in c.a.v. e l'acciaio utilizzati nei manufatti realizzati in opera il controllo deve essere eseguito secondo quanto previsto dal D.M. LL.PP. 9/1/96.

ART.42 BARRIERE DI SICUREZZA

Per le barriere stradali di sicurezza la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- D.M. LL.PP. 18/2/1992, n. 223, "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 15/10/1996, "Aggiornamento del D.M. 18/2/1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 3/6/1998, "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- D.M. LL.PP. 11/6/99, "Integrazione e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998";
- D.M. 4/5/1990, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali";
- Circ. LL.PP. n. 2337 del 11/7/1987;
- Circ. LL.PP. n. 2595 del 9/6/1995;
- Circ. LL.PP. n. 4622 del 15/10/1996;
- Circ. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 296 del 28/5/2002, "Comunicazione dell'avvenuta omologazione di due barriere stradali di sicurezza per la classe H2, destinazione *bordo laterale*";
- Circ. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 401 e 402 del 29/5/2002; "Comunicazione dell'avvenuta omologazione di due barriere stradali di sicurezza per le classi H3 e H4, destinazione *bordo laterale*";
- Circ. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 3278 del 2/12/2002, "Comunicazione dell'avvenuta omologazione di tre barriere stradali di sicurezza per la classe H1, destinazione *bordo laterale*".

Pertanto in sede di offerta le ditte dovranno presentare una dichiarazione del legale rappresentante della stessa ditta nella quale si attesta che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche e assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 (*dichiarazione di impegno*).

L'Impresa che si aggiudica il lavoro dovrà presentare una dichiarazione di conformità dei prodotti alle specifiche tecniche del presente capitolato e secondo i criteri che assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94, dichiarazione ai sensi della norma EN 45014 rilasciata all'impresa installatrice direttamente dal produttore o fornitore (*dichiarazione di conformità*).

Le barriere stradali di sicurezza dovranno essere attuate con dispositivi che abbiano conseguito il certificato di idoneità tecnica, ovvero l'omologazione, rilasciata dal Min. LL.PP. – Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale. L'omologazione della barriera di sicurezza stradale dovrà corrispondere alla classe richiesta nell'elaborato progettuale. Ove la richiesta di omologazione è stata inoltrata ma non vi è rilasciata la certificazione di omologazione dal Min. LL.PP., la Ditta fornitrice, tramite l'Impresa appaltatrice, dovrà presentare prima dell'inizio effettivo dei lavori i relativi certificati di prova sul manufatto e sui materiali, per il tipo e classe di barriera richiesta nel lavoro in oggetto.

La conformità delle barriere e dei dispositivi dovrà rispondere ai termini di legge posti dal D.M. LL.PP. 3/6/98 succ. mod. e int.- art. 5 dell'allegato (dichiarazione di conformità nella produzione e per l'installazione).

A seconda della loro destinazione ed ubicazione le barriere si dividono nei seguenti tipi:

- barriere centrali di spartitraffico;
- barriere per bordo stradale, in rilevato o scavo;
- barriere per opere d'arte, ponti, viadotti, sottovia, muri ecc.;
- barriere per punti singolari quali zone di approccio opere d'arte, ostacoli fissi e simili.

La classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali, in relazione al "livello di contenimento", risulta essere la seguente:

Classe	Contenimento
N1	Minimo
N2	Medio
H1	Normale
H2	Elevato
H3	Elevatissimo
H4	Per tratti ad altissimo rischio

Qualora nell'elenco prezzi vi si riporta oltre alla descrizione della barriera anche la classe di appartenenza ai sensi del D.M. LL.PP. 3/6/98, con la dicitura : "..... o equivalente alla classe"; gli elementi geometrici e le caratteristiche dei materiali introdotti nella descrizione si intendono come valori o dati di riferimento, ma sarà tassativo dimostrare, da parte del fornitore, con il certificato di omologazione o di prova, la rispondenza della barriera da installare alla classe indicata nell'elenco prezzi.

A) BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO

Le barriere, costituite da sostegni verticali (paletto di sostegno) e da fascia orizzontale (nastro) con elementi distanziatori, saranno installate ai margini della piattaforma stradale, ed eventualmente come spartitraffico centrale nelle strade a più sensi di marcia, in tratti discontinui secondo gli elaborati progettuali a ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/96.

Le fasce saranno fissate ai sostegni con il bordo superiore che dovrà trovarsi ad una altezza non minore di 70 cm dalla pavimentazione, mentre la faccia lato strada si troverà a non meno di 15 cm dal filo dei sostegni lato strada.

Ciascun tratto dovrà essere delimitato da un elemento terminale curvo o interrato.

La bulloneria di collegamento sarà a testa tonda, ad alta resistenza, con piastrina copriasola antisfilamento di mm 45x100 e spessore mm 4.

Ogni tre fasce sarà installato un dispositivo rifrangente con superficie normale all'asse stradale.

Le barriere per lo spartitraffico centrale saranno a doppia fila, con elementi terminali tondi o interrati.

ART.43 TERRE RINFORZATE

A) SISTEMA CON ELEMENTI A PARAMENTO IN GABBIONI E RETE METALLICA

Per la formazione e posa in opera di strutture di sostegno in terra rinforzata tipo elementi a gabbioni e rete metallica, si utilizzeranno elementi di armatura, contenimento e protezione superficiale del terreno, in rete metallica a doppia torsione in maglia 8x10 e filo di diametro 2,7 mm interno e 3,7 mm esterno zincato (UNI 8018) e plasticato secondo le normative internazionali vigenti in materia e in seguito specificate.

Gli elementi di rinforzo della terra (gabbione e rete da intercalare al rilevato) saranno provvisti di barre di rinforzo zincate e plasticate (filo di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno) inserite all'interno della doppia torsione delle maglie e di diaframma centrale realizzato in modo da conferire continuità senza legature, tra paramento esterno ed armature di rinforzo.

Si dovrà prevedere un adeguato geosintetico ritentore di fini del tipo leggero, come quello da utilizzare per l'avvolgimento delle trincee drenanti, da utilizzare come interfaccia fra il paramento e il rilevato strutturale.

Il riempimento del paramento esterno sarà eseguito con elementi litoidi di adeguato peso specifico, ovvero pari a 2500 Kg/mc, aventi diametro superiore di circa 1÷1,5 volte la dimensione massima della maglia della rete.

Le legature tra i vari elementi in rete metallica, saranno effettuate con filo zincato e plasticato secondo le normative internazionali sopra specificate, avente diametro 2,2 mm interno e 3,2 mm esterno, o con punti metallici in acciaio inossidabile con diametro 3,00 mm.

B) TERRE RINFORZATE CON LE GEOGRIGLIE IN HDPE

Stabilizzazione di rilevati e pendii mediante manufatti a struttura regolare detti "Geogriglie" costituiti da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, fisica e biologica, e stabilizzati all'azione dei raggi U.V. con nerofumo.

Le geogriglie devono essere costituite da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture di forma allungata che individuano fili longitudinali e trasversali. I fili longitudinali delle geogriglie devono aver subito un processo di orientamento molecolare per aumentare le caratteristiche meccaniche ed assicurare un'elevata resistenza a lungo termine. Le giunzioni tra i fili longitudinali e trasversali devono essere parte integrante della struttura della geogriglia, e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili. Le geogriglie devono garantire la capacità di assorbimento delle forze di confinamento del terreno.

Il suddetto materiale dovrà essere reso in cantiere in bobine e dovrà corrispondere in ogni aspetto alle seguenti caratteristiche:

[I valori dovranno essere indicati nella fase progettuale o lasciati agli ordinativi della Direzione lavori]

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Massa aerea (EN 965)	(g/mq)	
Maglia	(cmxcm)	
Resistenza a trazione longitudinale (EN ISO 10319)	(kN/m)	
Resistenza a trazione trasversale (EN ISO 10319)	(kN/m)	
Deformazione al carico massimo (EN ISO 10319)	(%)	
Coefficiente di danneggiamento all'installazione per materiale granulare di diametro pari a 125 mm		
Allungamento massimo sulla curva dei 120 anni al 40% del NBL	(%)	

Modalità di posa in opera

Tagliare preventivamente le geogriglie in spezzoni aventi lunghezze in accordo con le prescrizioni di progetto. Posare le geogriglie alle elevazioni previste in strati orizzontali e perpendicolari alla facciata dell'opera. Stendere direttamente sulle geogriglie il materiale previsto per il riempimento e successivamente compattarlo con "pestello o rana vibrante" in prossimità della facciata ed internamente con rullo compattatore. In corrispondenza della facciata dell'opera le geogriglie vanno risvoltate e fissate al terreno già compattato, oppure collegate ad elementi di facciata, secondo le modalità previste dal progetto.

ART.44 OPERE IN VERDE

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

- opere di semina e di rivestimento;
- interventi stabilizzanti;
- lavori di consolidamento;
- barriere e muri vegetativi.

MATERIALI

Terreno vegetale

Il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate al verde, dovrà essere terreno vegetale, provenienza da scortico 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 della 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 di 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

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

Concimi

Possono essere di tipo ammendante, e cioè costituita da sottoforma 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 del terreno.

Sementi

Di ottima qualità e rispondenti esattamente al genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originarie sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con le indicazioni del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabilite 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 areati e privi di umidità.

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 ordinato dalla Direzione lavori.

I concimi minerali, organici, misti e complessi devono avere titolo dichiarato secondo le seguenti disposizioni di legge ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica, fatta esclusione per i letami. 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.

Gli alberi devono presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e dell'età al momento della loro messa a dimora e devono essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto. Gli alberi devono rispondere 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 ad un metro dal colletto;
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a 2/3 dell'altezza totale per tutti gli altri alberi;
- caratteristiche di fornitura: a radice nuda, in contenitori o in zolla.

Gli arbusti e cespugli, qualunque siano le loro caratteristiche specifiche, anche se riprodotti per via agamica, non devono avere portamento "filato", devono rispondere alle specifiche progettuali per quanto riguarda altezza, numero delle ramificazioni e diametro della chioma. L'altezza totale deve essere rilevata analogamente a quella degli alberi. Il diametro della chioma deve essere elevato alla sua massima ampiezza.

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.

MODALITÀ ESECUTIVE

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 con la Direzione lavori. L'Impresa 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, l'Impresa dovrà preparare, sulla scorta degli elaborati progettuali e degli ordinativi impartiti dalla Direzione lavori, gli scavi necessari all'installazione degli eventuali sistemi di drenaggio e delle opere a rete e le trincee per alloggiare le tubazioni e i cavi degli impianti, le cui linee debbano seguire percorsi sotterranei.

Correzione

Dopo aver effettuato la lavorazione, l'Impresa dovrà incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti. 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'indicazione fissata dalle modine delle scarpate. Devono essere individuate le fonti di approvvigionamento di acqua.

Tracciamenti

Prima di procedere alle operazioni successive, l'Impresa deve avere l'approvazione della Direzione lavori che verifichi la rispondenza agli elaborati progettuali 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, l'Impresa in accordo 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. Di seguito l'Impresa 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 progettuali, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto né risultino interrate oltre il livello del colletto.

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 nell'esecuzione dei manti erbosi, siano esse pure o in miscuglio, devono presentare i requisiti di 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 arboree e arbustive e dopo l'esecuzione degli impianti tecnici e delle attrezzature e degli arredi.

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. Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o su scarpate, le zolle erbose dovranno essere anche adeguatamente fissate sul suolo. 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.

Protezioni

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali oppure da transito di persone e automezzi, l'Impresa dovrà proteggere singolarmente o in gruppo, le piante messe a dimora con opportuni ripari, quali: reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.

Se previsto negli elaborati progettuali, alcuni tipi di piante dovranno essere protette dai danni della pioggia battente, dalla essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di paccime (paglia, foglie secche, segatura, coppatura di ramaglia e di corteccia di conifera, ecc.) od altro analogo materiale approvato dalla Direzione lavori.

ART.45 SEGNALETICA ORIZZONTALE

Per la segnaletica orizzontale la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- Circ. LL.PP. n. 2357 del 16/5/1996;
- Circ. LL.PP. n. 5923 del 27/12/1996;
- Circ. LL.PP. n. 3107 del 9/6/97.

Pertanto in sede di offerta le ditte dovranno presentare una dichiarazione del legale rappresentante della stessa ditta nella quale si attesta che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche e assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 (*dichiarazione di impegno*).

La ditta che si aggiudica il lavoro dovrà presentare una dichiarazione di conformità dei prodotti alle specifiche tecniche del presente capitolato e secondo i criteri che assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94, dichiarazione ai sensi della norma EN 45014 rilasciata all'impresa installatrice direttamente dal produttore o fornitore (*dichiarazione di conformità*).

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 stesa 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.

Il Direttore dei lavori potrà chiedere, in qualsiasi momento, all'appaltatore la presentazione del "certificato di qualità", rilasciato da un laboratorio ufficiale, inerente alle caratteristiche principali della vernice impiegata.

A) CONDIZIONI DI STABILITÀ

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

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 manciata 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.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/Kg (ASTM D 1738) ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a Kg 1,50 per litro a 25 gradi C (ASTM D 1473).

B) CARATTERISTICHE DELLE SFERE DI VETRO

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90 % del peso totale, dovranno aver forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 usando per la determinazione del metodo della immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a ph 5-5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40 %.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

	Setaccio A.S.T.M	% in peso
Perline passanti per il setaccio	n. 70	100
Perline passanti per il setaccio	n. 140	15 – 55
Perline passanti per il setaccio	n. 230	0 – 10

C) IDONEITÀ DI APPLICAZIONE

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

D) QUANTITÀ DI VERNICE DA IMPIEGARE E TEMPO DI ESSICAMENTO

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.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/ 711-35.

E) VISCOSITÀ

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza misurata allo storer viscosimeter a 25 °C espressa in unità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562). La vernice che cambi consistenza entro sei mesi dalla consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

F) COLORE

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertato mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Stazione Appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

G) RESIDUO

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

H) CONTENUTO DI PIGMENTO

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

I) RESISTENZA AI LUBRIFICANTI E CARBURANTI

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

L) PROVA DI RUGOSITÀ SU STRADA

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

M) DILUENTE

Dovrà essere del tipo derivato da prodotti rettificati dalla distillazione del petrolio e dovrà rispondere al D.P.R. 245 del 6/3/63 privi di benzolo e con una percentuale minima di componenti di tuoiolo e fluolo e quindi inferire alla percentuale prescritta dall'art. 6 della sopracitata legge.

ART.46 SEGNALETICA STRADALE VERTICALE

La Ditta aggiudicataria in ottemperanza ed ai sensi del D.P.R. 573/94 e della Circ. Min. LL.PP. 16/05/96, n. 2357 e successive modificazioni, dovrà presentare: 1) Dichiarazione attestante il possesso dei requisiti di cui all'art. 45, comma 8 del D.LGS. n. 285 del 30/4/92, rilasciato dal Ministero LL.PP. o, in alternativa, una *dichiarazione impegnativa* di rivolgersi ad impresa dotata dei suddetti requisiti; 2) La certificazione di qualità aziendale; 3) *Certificato di conformità* di prodotto, redatto secondo quanto stabilito dalla circ. 3652 del 17 giugno 1998 G.U. n. 168 del 21 luglio 1998 e n. 1344 dell'11/3/99 e successive modifiche.

In mancanza delle suddette certificazioni non potrà essere avviata alcuna procedura contrattuale.

MANUTENZIONE SEGNALETICA VERTICALE

Quando a giudizio della Direzione lavori, i sostegni siano ritenuti ancora in condizioni tali da non necessitare della loro rimozione, mentre il messaggio è ammalorato, all'Appaltatore potrà essere chiesto, oltre alla fornitura in opera del segnale stradale, anche la manutenzione del sostegno.

Questo dovrà essere reso perfettamente verticale, se del caso, rifacendo o rinforzando il basamento.

È tassativamente vietata la rimozione del cartello stradale ammalorato senza la immediata sostituzione con uno nuovo in quanto il messaggio deve essere comunque sempre visibile.

Gli scavi dovranno essere eseguiti a mano o a macchina su qualunque tipo di pavimentazione.

Nessun maggior compenso verrà riconosciuto all'Appaltatore per presenza di calcestruzzo, macigni, e per esistenza palese o celata nel terreno di fondazioni, canali, fognature, ecc.

Prima di procedere agli scavi l'Appaltatore dovrà rilevare a propria cura e spese l'esistenza di cavi, tubazioni e altri servizi che possano ostacolare i lavori.

Nel caso si arrecasse danno a persone e/o cose, l'Appaltatore dovrà sollevare da ogni responsabilità civile o penale i funzionari e l'Amministrazione stessa.

Dovrà comunque segnalare immediatamente l'inconveniente alla Direzione lavori.

I basamenti dovranno essere costruiti in calcestruzzo cementizio, dosaggio ql. 3 di cemento per metro cubo d'impasto, dimensionato in base alla lunghezza del sostegno e alla dimensione dei segnali ancorati su di esso.

Quando il lavoro consista solo nella rimozione del sostegno esistente, senza la posa di altro sostegno nuovo, la ditta dovrà asportare tutte le macerie che si sono prodotte e riempire la buca costipandola e livellando il terreno. Se poi suddetta buca si trova su una banchina o marciapiede asfaltati, si dovrà chiudere la buca con un buono strato di malta di cemento anch'esso livellato.

Si ripristinerà in ogni caso la pavimentazione con prodotti di tinta uguale alla zona circostante alla buca.

Il materiale di risulta (terra, macerie, ecc.), dovrà essere immediatamente rimosso e trasportato alle pubbliche discariche.

Ai magazzini della stazione appaltante, senza ulteriore onere per l'Amministrazione, dovranno essere trasportati i manufatti metallici.

Qualora si rendesse necessario rimuovere cestini dei rifiuti o cartelli pubblicitari abusivi, su ordine della Direzione lavori, la Ditta appaltatrice ha l'obbligo di portare detto materiale presso i magazzini o in altra località ad essa indicata, comunicando la posizione esatta della località in cui si è rinvenuto suddetto materiale.

Presso l'Ufficio Viabilità sono depositati i campioni di sostegni e cartelli stradali ai quali la ditta aggiudicataria dovrà uniformarsi sia nella struttura che nella qualità dei singoli materiali.

Inoltre per un preliminare accertamento l'Appaltatore aggiudicatario dei lavori avrà obbligo, su richiesta della Direzione lavori, prima di iniziare la costruzione in serie dei segnali stradali, di consegnare alla stessa Direzione lavori un campione al vero dei prodotti quali:

- sostegno tubolare;
- per i pannelli aggiuntivi più significativi, una bozza per verificare la grafica, la dicitura e l'impaginazione del cartello stesso. L'Appaltatore non potrà dare corso ai lavori se non avrà avuto il benestare della Direzione lavori sulla grafica e l'impaginazione dei segnali e delle bozze sottoposte all'esame.

Si evidenzia che questo preliminare controllo della grafica non pregiudica la possibilità, da parte della Direzione lavori di intervenire, in qualunque momento, fino al collaudo finale, per controllare, e nel caso rifiutare quei materiali che non rispondessero per qualità o lavorazioni alle richieste citate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

PRESCRIZIONI TECNICHE SEGNALETICA VERTICALE

NORME TECNICHE PER I SEGNALI ED I SUPPORTI

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione, dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Appaltatore, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/ora.

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495, e come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996, n. 610.

I segnali stradali dovranno essere prodotti obbligatoriamente da ditte in possesso dei requisiti specificati all'art. 45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e dovranno essere riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per la pellicola di classe 1 e di classe 2; pertanto non potranno essere utilizzate pellicole retroriflettenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di far eseguire a propria cura e spese prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati, allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che la Ditta possa avanzare diritti e compensi per questo titolo. Qualora dalle analisi e dalle prove fatte eseguire dalla Direzione lavori si abbiano risultati non rispondenti alle prescrizioni, varrà ad ogni effetto la norma: *la Ditta fornitrice è tenuta a sostituire nel minor tempo possibile, a proprie cura e spese, tutto il materiale che non dovesse essere conforme alle prescrizioni richieste.*

La Ditta aggiudicataria è tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi, disposti dalla Direzione lavori presso i laboratori della stessa, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali usati per la fornitura.

SEGNALI

Requisiti tecnici richiesti dal Nuovo Codice della strada e dal relativo regolamento di esecuzione ed attuazione, nonché dai Disciplinari tecnici emendati dal Ministero dei Lavori Pubblici e dal progetto CEN prEN 12899 – edizione giugno 1997 circolari ministeriali LL.PP. n. 3652 del 17 giugno 1998 e successive integrazioni 1343-1344 D.L. 11 marzo 1999.

– FACCIA ANTERIORE –

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente punto, dovranno essere applicate, a richiesta dell'Amministrazione, ai sensi dell'art. 79, comma 11 del D.P.R. 495 del 16 dicembre 1992 e successive

modificazioni ed integrazioni, pellicole retroriflettenti aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31 marzo 1995.

Sui triangoli e sui dischi della segnaletica di pericolo e di prescrizione, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento continuo di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale a pezzo unico, intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

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

Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto previsto dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada, di cui al D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e successive modifiche. L'impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto e per i segnali: dare precedenza, fermarsi e dare precedenza, dare precedenza a destra, divieto di sorpasso, nonché per i segnali di preavviso e di direzione di nuova installazione. Il predetto impiego è facoltativo per i segnali: divieto di accesso, limiti di velocità, direzione obbligatoria, delineatori speciali.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall'art. 194, comma 1, D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e successive modifiche.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole.

– PELLICOLE –

Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura in oggetto del presente appalto dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvato dal Ministero dei LL.PP. con decreto del 31/03/1995 e dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN ISO 9000.

Pellicola di Classe 1

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

Pellicola di Classe 2

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

– RETRO DEI CARTELLI –

Sul retro dei segnali, di colore neutro opaco, il produttore deve apporre, oltre a quanto previsto dal comma 7 dell'art. 77 del D.P.R. 495/92, nello stesso spazio previsto di cmq 200, il marchio dell'Organismo di certificazione ed il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato.

FONDAZIONE E POSA IN OPERA

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm 30 × 30 × 50 di altezza in conglomerato cementizio dosato a quintali 2,5 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'appaltatore tenendo presente che, sotto la sua responsabilità, gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di km 150/ora.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo gli ordinativi della Direzione lavori.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione lavori e saranno ad esclusivo carico e spese dell'Appaltatore ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

Le prescrizioni per l'installazione dei segnali verticali devono rispondere a quanto citato nell'art. 81 del regolamento di esecuzione ed attuazione del codice della strada, di cui al D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495.

SUPPORTI

Dovranno essere realizzati in laminato di alluminio semicrudo puro al 99,5% - 1050 a (UM 4507) valori aggiornati con Norme UM FA 60 edizione luglio 1975.

Lo spessore del laminato dovrà essere non inferiore a 25/10 di mm (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie entro i 5 mq) e dello spessore non superiore a 30/10 di mm per targhe superiori a mq 5 di superficie.

Il supporto dovrà essere scatolato con bordatura d'irrigidimento su tutto il perimetro, non inferiore a cm 1,5.

Sul retro dovrà essere munito di attacchi scanalati ove verranno alloggiati le staffe per l'applicazione dei sostegni.

Gli attacchi scanalati dovranno essere resi solidali al supporto con idoneo numero di punti di saldatura che ne impediscano il minimo distacco in fase di serraggio delle staffe con gli appositi dadi e bulloni, o con nastro d'acciaio.

Gli attacchi scanalati e le staffe dovranno inoltre essere dimensionati in modo tale da non subire la pur minima deformazione in detta fase di serraggio.

La faccia posteriore dovrà essere verniciata in grigio neutro.

I supporti di superficie superiore a mq 0,4 dovranno essere rinforzati posteriormente con profilati di alluminio scanalato di larghezza pari a quella della targa ed in numero di due per il primo metro di altezza, più uno ogni metro o frazione di metro successive.

Nella scanalatura verranno alloggiati le relative staffe per l'applicazione sui sostegni.

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

ACCESSORI E TRATTAMENTI

I bulloni e i dadi dovranno essere in acciaio INOX e le staffe in acciaio INOX o alluminio.

I supporti di tutti i cartelli stradali, pannelli, ecc., costruiti con laminati di alluminio, dovranno essere verniciati sulla faccia posteriore (colore grigio neutro).

Il tipo di vernice e di tecnica per l'esecuzione della verniciatura, dovranno essere i più idonei e rispondenti al tipo di materiale in questione, anche in funzione dell'esposizione agli agenti atmosferici.

SOSTEGNI

Del tipo a bandiera, a farfalla o a portale, nelle misure richieste, in acciaio zincato a caldo, resistenti ad un'azione del vento spirante a 150 km/h con ritti monolitici di sezione rettangolare, circolare, ottagonale ecc., tale da avere il massimo modulo resistente a flessione disposto secondo la presumibile direzione di massima sollecitazione. I sostegni saranno completi di:

- attacchi e staffe in acciaio zincato per l'aggancio della segnaletica;
- piastra di base in acciaio zincato a caldo o in acciaio INOX; contropiastra, tirafondi, bulloni e rondelle in acciaio INOX e quant'altro necessario per la realizzazione a regola d'arte del sostegno;
- scanalatura per evitare gli effetti rotazionali del pannello della segnaletica installato.

Il sostegno inoltre dovrà essere dimensionato in maniera tale da resistere all'azione degli agenti atmosferici, ed in particolare ad un'azione del vento spirante alla velocità di 42 m/s. Per ogni altra indicazione si farà riferimento alle norme UNI, al D.M., alla Circ. del Min. LL.PP. in materia di opere in acciaio, al D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 s.m.e i. e del D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 s.m.e i.

Il calcolo della stabilità della struttura e della fondazione dovrà essere firmata da un professionista abilitato; la Ditta appaltatrice, a sua cura e spese, dovrà consegnare alla D.L. in duplice copia la relazione tecnica comprendente il calcolo di stabilità di cui sopra e i disegni quotati delle strutture con evidenziati i particolari del fissaggio e dimensioni della bulloneria.

I sostegni per i segnali verticali saranno in ferro tubolare diametro 60, 90, in acciaio Fe360 spessore minimo 2,9 mm chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I.5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 kg/m.

Previo parere della Direzione lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dalla ditta appaltatrice.

Le paline in acciaio saranno zincate a caldo (spessore della zincatura di almeno 80 micron).

La zincatura dovrà coprire integralmente il sostegno senza che vi siano punti di discontinuità sulla superficie.

La parte superiore dei sostegni tubolari sarà chiusa alla sommità con tappo in plastica; quella inferiore avrà un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio saldate diametro 10 mm, lunghezza 200 mm compreso nella fornitura, e comunque conformemente alle prescrizioni previste dall'art. 82 del D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992.

CAPO V

Norme per la misurazione e valutazione delle opere

ART.47 **NORME GENERALI**

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nell'elenco voci.

I lavori saranno liquidati in base alle norme fissate dal progetto anche se le misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione lavori e dall'Impresa.

Quando per il progredire dei lavori, non risulteranno più accertabili o riscontrabili le misurazioni delle lavorazioni eseguite, l'Appaltatore è obbligato ad avvisare la Direzione lavori con sufficiente preavviso.

ART.48 MOVIMENTO DI MATERIA - SCAVI E RILEVATI

Il volume degli scavi e dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate e pertinenze secondo le prescrizioni del progetto o di spostamenti eventuali ordinati per iscritto dalla Direzione lavori, verrà determinato col metodo geometrico delle sezioni ragguagliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, salvo la facoltà all'Impresa ed alla Direzione lavori di interporne altre o aumentarne il numero per meglio adattarle alla configurazione dei terreni. All'atto della consegna dei lavori, l'Impresa eseguirà in contraddittorio con la Direzione lavori la verifica delle sezioni trasversali e relative quote dello stato di fatto. Sulla scorta di tale rilievo e da quelli da effettuarsi ad opera terminata, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà computato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti per la realizzazione dell'opera.

A) PREPARAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI

La preparazione dei piani di posa dei rilevati, eseguiti sulla base dei dati progettuali, salvo diversa indicazione impartita per iscritto dalla Direzione lavori, verrà computata per il volume di scavo rispetto al piano di campagna come scavo di sbancamento.

Solo nel caso di scavi scoticamento, fino ad una profondità media di cm 20 dal piano di campagna, tale onere si intende già compreso nel prezzo riguardante la formazione di rilevati. Pertanto, solo nei casi di una eventuale bonifica del piano di posa oltre lo spessore medio di 20 cm per la rimozione del terreno vegetale, tale maggiore scavo ed il relativo riempimento in materiale idoneo da rilevato verranno compensati a parte con le rispettive voci di elenco.

B) PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE IN TRINCEA

Lo scavo del cassonetto nei tratti in trincea, delle cunette e dei fossi di guardia sarà pagato col prezzo a metro cubo dello scavo di sbancamento.

La compattazione meccanica dei piani di posa nei tratti in trincea (sottofondo) verrà compensata a metro quadrato di superficie effettivamente trattata. Con le voci di elenco relativa alla preparazione del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea si intendono compensati tutti gli oneri previsti nelle specifiche "Movimenti di terre", per ottenere la densità ed il modulo di compressibilità prescritti.

Se, in relazione alle caratteristiche del terreno costituente il piano di posa della sovrastruttura, la Direzione lavori ordinasse la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una determinata profondità al di sotto del piano del cassonetto, lo scavo sarà pagato con il prezzo dello scavo di sbancamento ed il materiale arido con il relativo prezzo d'elenco.

C) SCAVI DI SBANCAMENTO E DI FONDAZIONE ⁽²¹⁾

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà dell'Amministrazione appaltante. L'Impresa appaltatrice potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano ritenuti idonei dalla Direzione lavori, nei limiti previsti per l'esecuzione dei lavori e per quelle lavorazioni di cui è stabilito il prezzo di elenco con materiali provenienti da scavi.

Gli scavi per la formazione di cunette, fossi, canali, l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi di sbancamento.

Quando negli scavi in genere si fossero passati i limiti assegnati, non solo si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma l'Impresa dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più, o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Il prezzo relativo agli scavi in genere, da eseguirsi con le modalità prescritte agli artt. "Movimenti di terre", comprende tra gli oneri particolari:

- il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., ed il trasporto in aree messe a disposizione dalla Direzione lavori; lo scavo, il trasporto e lo scarico dei materiali a rifiuto, a riempiego o a deposito a qualsiasi distanza; la perfetta profilatura delle scarpate e dei cassonetti anche in roccia; gli esaurimenti d'acqua negli scavi di sbancamento.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare e armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedere a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti. Nessun compenso spetterà all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette armature e sbadacchiature.

Nel caso degli scavi in terra, solo i trovanti rocciosi o fondazioni di murature aventi singolo volume superiore a 1 mc, se rotti, verranno compensati con i relativi prezzi d'Elenco ed il loro volume sarà detratto da quello degli scavi in terra.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurate a partire dal piano dello scavo di sbancamento. Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né successivo riempimento a ridosso delle murature che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è compreso nel prezzo di Elenco degli scavi anche qualora, per qualsiasi ragione, fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'Impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per l'occupazione delle aree di deposito.

Per i materiali non ritenuti idonei dalla Direzione lavori per la formazione di rilevati, dovranno essere redatti i relativi verbali di accertamento al fine di determinare la quantità che entrerà a far parte del computo del volume di materiali di cui al successivo punto E).

D) RILEVATI ⁽²²⁾

L'area delle sezioni in rilevato o a riempimento verrà computata rispetto al piano di campagna senza tenere conto né dello scavo di scoticamento, per una profondità media di cm 20; né dell'occorrente materiale di riempimento; né dei cedimenti subiti dal terreno stesso per effetto del costipamento meccanico o per naturale assestamento; né della riduzione di volume che il materiale riportato subirà, rispetto al volume che occupava nel sito di scavo oppure allo stato

(21) Cfr. A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 160-161.

(22) Cfr. A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 161-162.

sciolto, a seguito del compattamento meccanico.

Qualora l'Impresa superasse le sagome fissate dalla Direzione lavori, il maggiore rilevato non verrà contabilizzato, e l'Impresa, se ordinato dalla Direzione lavori, rimuoverà, a cura e spese, i volumi di terra riportati o depositati in più, provvedendo nel contempo a quanto necessario per evitare menomazioni alla stabilità dei rilevati accettati dalla Direzione lavori.

I prezzi relativi ai rilevati saranno applicati anche per la formazione degli arginelli in terra.

L'onere della riduzione dei materiali provenienti da scavi di sbancamento o di fondazione in roccia o da scavi in galleria, onde ottenere la pezzatura prevista dagli artt. "Movimenti di terre" per il loro reimpiego a rilevato, è compreso e compensato con i relativi prezzi dello scavo di sbancamento, allo scavo di fondazione in roccia da mina ed allo scavo in galleria.

Qualora l'Impresa, per ragioni di propria convenienza, non ritenesse opportuno procedere alla riduzione di tali materiali, previo ordine scritto della Direzione lavori, potrà portare a rifiuto i materiali rocciosi e sostituirli con un uguale volume di materiali provenienti da cave di prestito appartenenti al gruppo A₁ (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) i quali ultimi, però, verranno contabilizzati come materiali provenienti dagli scavi.

Pertanto nella formazione dei rilevati compensati a metro cubo, sono compresi i seguenti oneri:

- lo scoticamento (fino a 20 cm dal piano di campagna), la compattazione del piano di posa, il taglio e la rimozione di alberi, cespugli e ceppaie, il prelievo e il trasporto dei materiali occorrenti da qualsiasi distanza e con qualunque mezzo, la compattazione meccanica tale da garantire il raggiungimento delle specifiche riportate negli artt. "Movimenti di terre", le bagnature, i necessari scarichi, la sistemazione delle scarpate e il loro rivestimento con terreno vegetale dello spessore di 30 cm, la profilatura dei cigli e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

E) RILEVATI CON MATERIALI PROVENIENTI DA CAVE DI PRESTITO ⁽²³⁾

Il volume V di materiali provenienti da cava di prestito sarà dedotto convenzionalmente in base al seguente conteggio: $V = V_r - V_s - A_{sr} \times 0,20 + V_{mu}$, dove:

- V_r : volume totale dei rilevati e dei riempimenti (compresi quelli occorrenti per il piano di posa dei rilevati e delle trincee) per l'intera lunghezza del lotto o tratto di strada;
- V_s : volume degli scavi di sbancamento, di fondazione ed in galleria, per le quantità ritenute utilizzabili dalla Direzione lavori per il reimpiego in rilevato od in riempimento;
- A_{sr} : area della sistemazione dei piani di posa dei rilevati;
- V_{mu} : volume dei materiali (pietrame, misti granulari, detriti di cava, sabbia, ecc.) utilizzati per altri lavori come detto al punto C), 1° capoverso.

Soltanto il volume V così ricavato sarà applicato il prezzo relativo alla fornitura di materiali idonei da cave di prestito per la formazione dei rilevati.

Qualora l'impresa, per la formazione dei rilevati, ritenga di sua convenienza portare a rifiuto materiali provenienti dagli scavi della sede stradale, e riconosciuti idonei dalla Direzione lavori, sostituendoli con materiali provenienti da cave di prestito, per il volume corrispondente a questi ultimi non verrà applicato il prezzo relativo alla fornitura di materiali provenienti da cave di prestito per la formazione dei rilevati.

ART.49 PALIFICAZIONE DI FONDAZIONE

A) PALI IN C.A. TRIVELLATI E GETTATI IN OPERA

Per i pali trivellati o battuti e formati in opera il prezzo al metro lineare comprende pure l'onere della fornitura ed il getto del calcestruzzo con le caratteristiche indicate negli elaborati esecutivi, ed il suo costipamento con mezzi idonei, la posa in opera dell'armatura metallica, rasatura delle teste, l'eventuale foratura a vuoto del terreno e le prove di carico

(23) Cfr. A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche*, MB&M di Roma, 1993, 162.

che saranno ordinate dalla Direzione lavori con le modalità previste dalle normative vigenti.

Mentre l'onere per l'infissione del tubo forma il ritiro graduale del tubo forma, come rivestimento provvisorio, da realizzarsi con la posa in opera, ove occorre, per il contenimento del getto nella parte in acqua, verrà riconosciuto con un'apposita voce sull'elenco prezzi e il compenso sarà misurato a cm di diametro del palo e per metro di lunghezza di posa effettiva del rivestimento provvisorio.

Rimane esclusa la sola fornitura dell'armatura metallica che verrà pagata a parte.

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera, compresi i pali trivellati, sarà determinata dalla quota di posa del plinto o trave di coronamento alla quota di massima infissione del tubo forma.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati eseguiti in opera, sia di piccolo che di grande diametro, è sempre compreso l'onere dell'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

ART.50 MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI

Tutte le murature ed i conglomerati cementizi sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure sul vivo, escludendo intonaci, ove esistano, e deducendo i vuoti ed i materiali eventuali di natura differente compenetrati nelle strutture. Non verranno dedotti il volume dei ferri di armatura e dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore o uguale a mc (es. 0,20) ciascuno.

Saranno valutati e pagati con i relativi prezzi di elenco i vari tipi di conglomerato armato esclusivamente in base al valore della resistenza caratteristica, classe ambientale, diametro massimo dell'inerte e classe di consistenza, prescritti secondo gli elaborati progettuali oppure ordinati per iscritto dalla Direzione dei lavori.

Nel caso che dalle prove risultasse, per un conglomerato cementizio, un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello richiesto, dopo l'accertamento che tale valore soddisfa ancora alle condizioni statiche e di durabilità dell'opera, si provvederà all'applicazione del prezzo di elenco corrispondente al valore della resistenza caratteristica riscontrata; altrimenti l'Appaltatore a sua cura e spese dovrà provvedere alla demolizione e conseguente rifacimento delle parti contestate.

Nel caso, invece, che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in sede di gara.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

– la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, i ponteggi, le armature di sostegno dei casseri per il getto in elevazione di strutture a sviluppo prevalentemente verticali (muri, pilastri, ecc.), attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Per l'impiego di eventuali additivi nei conglomerati cementizi e nelle malte per murature espressamente previsto in progetto per particolari esigenze, sarà corrisposto solo il costo di detti materiali. In ogni altro caso, tale impiego sarà consentito ma a totale carico dell'Impresa, previo benestare della Direzione lavori.

ART.51 CASSEFORMI

Le casseformi saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

ART.52 ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A.

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, del tipo indicato sugli elaborati progettuali o dato per ordine scritto dalla Direzione lavori, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità difformi dalle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste nei disegni esecutivi di progetto.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi geometrici analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature, risvolti e uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali e dal peso specifico pari a 7850 Kg/m³.

ART.53 MANUFATTI IN ACCIAIO

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

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

ART.54 ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

A) CANALETTE DI SCARICO ACQUE PIOVANE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Le canalette, cunette e fossi di guardia realizzati in conglomerato cementizio, da utilizzarsi per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto dalle voci dell'elenco prezzi, verranno valutate a metro lineare di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sulla linea d'asse.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

- la fornitura a piè d'opera del materiale, costipamento del terreno d'appoggio, preparazione del piano di posa mediante stesa di materiale arido fine o sabbia, la posa in opera degli elementi previo accurato allineamento, l'eventuale bloccaggio degli elementi mediante paletti, il rinfianco laterale in calcestruzzo magro per uno spessore minimo di cm, la sigillatura in malta cementizia dei giunti, la regolarizzazione delle sponde su ciascun lato con pendenza verso il canale, la manodopera, attrezzature e macchinari indispensabili per la posa in opera e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

ART.55 TELO "GEOTESSILE"

Il telo "geotessile" adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione e dalla grammatura del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni fino a cm e ancoraggi sia provvisori che definitivi.

ART.56 GABBIONATE

Le gabbionate saranno compensate a metro cubo, tale valore sarà calcolato dalla somma dei singoli volumi delle gabbie metalliche effettivamente posate in opera, considerando le dimensioni originarie di fabbricazione.

Nel prezzo per la formazione della gabbionata sono compresi:

- fornitura a piè d'opera e posa in opera di gabbioni a scatola nelle misure prescritte dagli elaborati progettuali con filo di ferro zincato a doppia torsione di diametro 3,0 mm e maglia della rete pari a 8x10 cm, e peso minimo di ogni singolo gabbione rispettivamente pari a:
 - 14,50 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x0,5 m, senza diaframmi;
 - 15,30 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x0,5 m, con diaframmi;
 - 19,50 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x1 m, senza diaframmi;
 - 21,40 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x1 m, con diaframmi;
 - 26,80 Kg per gabbioni di dimensioni 3x1x1 m, senza diaframmi;
 - 30,00 Kg per gabbioni di dimensioni 3x1x1 m, con diaframmi;
 - 16,50 Kg per gabbioni di dimensioni 1,5x1x1 m, senza diaframmi La Direzione dei Lavori potrà fare degli accertamenti mediante pesatura di un certo numero di essi scelti come campione;
- fornitura e realizzazione a piè d'opera di punti metallici zincati per cuciture, messa in opera dei tiranti di diametro 4 mm e ogni altro onere per le legature;
- fornitura e messa in opera del materiale di riempimento con pietrisco di pezzatura 10 -15 cm e peso in volume pari a 2500 Kg/mc, e porosità massima dopo la messa in opera pari a 0,30;
- fornitura e posa in opera del paramento esterno eseguito con blocchi pieni in calcestruzzo o in blocchi di tufo;
- e tutto quanto compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.

I gabbioni dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni della Circ. n.2078 del 27/08/1962 del Consiglio Superiore dei LL.PP.

ART.57 SOVRASTRUTTURA STRADALE (MASSICCIATA)

A) FONDAZIONE E STRATO DI BASE

[Caso in cui il materiale di fondazione e dello strato di base si compensano a metro cubo a compattazione avvenuta]

Lo strato di fondazione in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica e lo strato di base, da impiegarsi nelle sovrastrutture stradali, saranno valutati per volume a metro cubo di materiale steso in opera ed a costipamento ultimato.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione e di base sono compresi tutti gli oneri, mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

Sono compresi tutti gli oneri, mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

B) FONDAZIONE

[Caso in cui il materiale di fondazione si compensa a peso su autocarro o a metro cubo su autocarro]

Lo strato di fondazione in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica da impiegarsi nelle sovrastrutture stradali, saranno valutati a peso, risultanti dal lordo e dalla tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

Qualora il materiale in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica venga computato per volume a metro cubo su autocarro, il relativo computo dei volumi dovrà risultare da appositi verbali in cui si evidenzia il volume dei cassoni degli autocarri e dei relativi cali dati da personale autorizzato dell'Amministrazione appaltante. La Direzione lavori, a sua insindacabile descrizione, potrà computare il volume del misto granulometrico su autocarro riferendosi al peso del materiale e dal peso in volume medio su autocarro risultante da apposito verbale di misurazione.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesi pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a descrizione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale di sorveglianza le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del misto granulometrico, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

ART.58 CONGLOMERATI BITUMINOSI

A) STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E STRATO DI USURA

[Caso in cui il conglomerato bituminoso si compensa a peso su autocarro]

I conglomerati bituminosi impiegati sia per la formazione dello strato di collegamento o utilizzati per il carico di avvallamenti sulla sede stradale (binder), sia per la realizzazione del tappeto di usura, saranno valutati a peso, mediante il lordo e la tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesche pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a descrizione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del conglomerato bituminoso, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

B) STRATO DI USURA

[Caso in cui il conglomerato bituminoso per il tappeto di usura si compensa al metro quadrato per spessore finito, ovvero a mqxcm]

I conglomerati bituminosi, per il tappeto di usura, verranno valutati secondo la superficie eseguita e secondo gli spessori previsti negli elaborati progettuali a compattazione avvenuta.

Dopo la messa in opera dei conglomerati bituminosi, il Direttore dei lavori, ai fini della contabilizzazione dell'opera, dovrà eseguire dei singoli rilevamenti, ovvero dovrà procedere al prelievo di carote (in numero pari a 3 o 4) per ogni sezione stradale prescelta, e la media degli spessori di posa dei predetti prelievi risulterà lo spessore di calcolo del singolo rilevamento.

Il numero e l'ubicazione delle sezioni stradali saranno indicati a insindacabile giudizio dalla Direzione lavori.

Gli spessori delle singole carote sotto i .2 cm, non saranno considerati per il calcolo del valore medio di ogni singolo rilevamento, e il relativo tratto di strada dovrà essere oggetto di completo rifacimento a cura e spese dell'Appaltatore.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posto in opera è superiore a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori non verranno riconosciuti in sede di contabilità dei lavori stessi.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posato in opera è minore di quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori ci si dovrà comportare nel seguente modo:

- si tollera un valore minimo assoluto pari al 98% nei singoli rilevamenti, a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori, salvi i casi particolari indicati dalla Direzione lavori;
- per scostamenti maggiori di quelli sopra indicati, quando non risultino incompatibili con la buona riuscita dell'opera, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, daranno luogo a proporzionali detrazioni sull'importo complessivo dei lavori, da effettuarsi in sede contabile dei lavori o sul conto finale.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

ART.59 BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI

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

La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, verrà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di elenco.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali o su strade con caratteristiche analoghe ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, aventi raggio di curvatura inferiore a 3 ml, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di elenco.

Resta stabilito che nelle voci di elenco sono comprese: la fornitura e posa in opera di barriere rette o curve, su terreno, su opera d'arte o con funzioni di spartitraffico centrale, complete di ogni elemento costruttivo quali: sostegni, distanziatori, dissipatori, fasce, elementi terminali e di raccordo, dispositivi rifrangenti, bulloneria, piastre di ancoraggio, tirafondi, formazione di fori sulle opere d'arte e quant'altra lavorazione occorra e tutti i relativi oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriera del tipo corrispondente alla classe indicata nell'elenco prezzi, come previste dal D.M. LL.PP. del 3/6/98.

ART.60 TERRE RINFORZATE

A) SISTEMA CON ELEMENTI A PARAMENTO IN GABBIONI E RETE METALLICA

Nel prezzo al metro quadro di superficie in vista (ovvero per superficie verticale del paramento) ci sono comprese le seguenti lavorazioni:

- fornitura e posa in opera degli elementi in rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale tipo 8x10 in filo a forte zincatura e plastificato di diametro 2,7 mm interno e 3,7 mm esterno, provvisti di barrette metalliche a forte zincatura e plastificate di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno, inserite a cerniera in corrispondenza degli spigoli esterni della struttura;
- fornitura e posa in opera di punti metallici in acciaio inossidabile per cuciture;
- fornitura e posa in opera di materiale per riempimento del paramento esterno con elementi litoidi di caratteristiche adeguate, come dalle prescrizioni tecniche, compreso un 20% di sfrido;
- fornitura e posa in opera di adeguato geosintetico separatore-ritentore di fini, posto in opera adeguatamente come interfaccia tra paramento e rilevato strutturale;
- e tutto quanto compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.

B) TERRE RINFORZATE CON LE GEOGRIGLIE IN HDPE

Nel prezzo al metro quadro di superficie in vista (ovvero per superficie verticale del paramento) ci sono comprese tutte le seguenti lavorazioni:

- fornitura e posa in opera delle geogriglie secondo le modalità e nelle misure previste dagli elaborati progettuali o dagli ordinativi della Direzione lavori;
- ancoraggi al terreno della geogriglia con opportuni ferri sagomati ad U;
- fornitura e posa in opera, in facciata, di un cassero guida e di appoggio a perdere, realizzato mediante pigiatura meccanica di una rete elettrosaldata di maglia 15x15 cm con F 8 mm, corredati di opportuni tiranti uncinati che garantiscono la stabilità geometrica dei casseri stessi, anche durante la compattazione del terreno;
- fornitura e posa in opera all'interno del risvolto in facciata della geogriglia di una stuoia in fibre vegetali avente la funzione di protezione della facciata dall'azione erosiva esterna;
- risvolti e posizionamento dei relativi ancoraggi al terreno della geogriglia nella parte di facciata;
- e tutto quanto compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.

ART.61 SEGNALETICA ORIZZONTALE

Non appena ricevuta la consegna, la Ditta appaltatrice dovrà innanzi tutto organizzare una o più squadre e procedere in modo che i lavori possano effettivamente e regolarmente iniziarsi e quindi svolgersi secondo le disposizioni della Direzione lavori il cui compito consisterà nell'impartire all'Impresa le disposizioni in merito all'ordine di priorità nell'esecuzione dei lavori, al modulo da adottare nelle linee assiali discontinue, al tipo di soluzione da adottare in ogni specifico punto singolare.

La Direzione dei lavori potrà consegnare alla Ditta appaltatrice la planimetria delle strade interessate dalle segnalazioni. L'Impresa provvederà, previa ricognizione, ad apprestare un piano di lavoro tracciando sulle planimetrie medesime le segnalazioni che si ritengono necessarie ed a sottoporre detto alla Direzione dei lavori per la necessaria approvazione.

La Direzione dei lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di modificare in qualsiasi momento il piano di lavoro predisposto dall'Impresa, individuare lungo le strade tutti i passi carrai privati esistenti ed assicurare la possibilità di accedervi con svolta a sinistra, interrompendo la eventuale linea assiale continua con tratteggi aventi piccolissima modulazione pari a cm 100 di pieno e cm 100 di intervallo.

Per quanto concerne l'applicazione delle strisce assiali lungo le strade a due corsie a doppio senso di marcia, si dovranno osservare rigorosamente le indicazioni che saranno impartite dalla Direzione lavori, nonché le norme contenute nel D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e dal suo Regolamento di esecuzione e di attuazione emanato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e succ. mod.

La misurazione delle segnalazioni orizzontali sarà effettuata al metro lineare di vernice effettivamente posata per strisce bianche o gialle della larghezza di cm 12 o cm 15.

In corrispondenza di accessi privati o di piccola strada poderale, dove l'eventuale striscia continua sarà eseguita a tratteggio di piccolissima modulazione, sarà computata vuoto per pieno solo nel caso di estensione totale minore o uguale ai 10 ml.

La misurazione sarà effettuata a metro quadrato di superficie effettiva per linee aventi larghezza superiore a cm 15.

Per gli attraversamenti pedonali, per le zebre e le isole spartitraffico in vernice, si misurerà la superficie effettivamente verniciata, valutando a metro quadrato le strisce di larghezza superiore a cm 15 ed a metro lineare le eventuali strisce perimetrali da cm 15.

Per le scritte, la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato considerando il vuoto per pieno ma calcolando l'area del rettangolo che iscrive ogni singola lettera che compongono la scritta.

Per le frecce e la parte di asta rettilinea o curva verrà calcolata a metro lineare se formata da striscia di cm 12/15, a metro quadrato se formata da striscia superiore a cm 15, la parte della punta triangolare verrà computata con il prezzo a metro quadrato di superficie effettiva eseguita.

ART.62 SEGNALETICA STRADALE VERTICALE

La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato negli articoli dell'elenco prezzi.

Qualora le targhe di indicazione o di preavviso vengano realizzate mediante composizioni di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo prezzo dei singoli pannelli.

Nel caso di fornitura non regolamentare alle vigenti disposizioni di legge e del presente capitolato, questa non sarà accreditata e l'Appaltatore è obbligato a sostituirla con altra regolamentare.

La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, a metro lineare od a peso secondo quanto indicato nei rispettivi articoli dell'elenco prezzi.

Il materiale rimosso (segnali stradali, sostegni, ecc.) dovrà essere trasportato alle discariche autorizzate a cura e a spese della ditta appaltatrice. Se però la Direzione lavori valuta ancora recuperabile parte del materiale, questo depurato di eventuali rottami, dovrà essere portato senza alcun aggravio di spesa ai magazzini messi a disposizione dalla stazione appaltante.

ART.63 RIPRISTINO CORTICALE DI STRUTTURE PORTANTI IN C.A.

A) Trattamento passivante dell'armatura in acciaio

Il trattamento passivante dell'armatura in acciaio sarà quantificato e pagato al metro quadrato di superficie effettivamente trattata, comprendente le armature metalliche e la superficie di calcestruzzo intermedio tra una barra e l'altra. Nel prezzo di elenco sono compresi tutti gli oneri per la fornitura dei materiali, della preparazione e posa in opera, degli sfridi, della preparazione del fondo di posa e della manodopera.

B) Trattamento anticarbonatazione delle superfici in c.a.

Il trattamento anticarbonatazione sarà quantificato e pagato con lo stesso criterio di cui al punto A.

C) Ricostruzione di strutture in c.a. su superfici verticali o orizzontali

Per quanto riguarda invece la ricostruzione di strutture in c.a., si suddivide nei 2 possibili casi:

CASO 1 – SUPERFICI PIANE: si quantifica al mq di superficie effettivamente ricostruita;

CASO 2 – SUPERFICI A SPIGOLO: si quantifica la superficie effettivamente ricostruita considerata come somma delle superfici proiettate sui piani orizzontali e verticali o comunque rispetto ai piani finiti dell'opera in c.a. Inoltre sono compresi nel prezzo gli ulteriori oneri per l'eventuale impiego di cassature, gli spessori di malta necessari al corretto ripristino, la risagomatura di spigoli o superfici curve.

D) Strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate

Lo strato di finitura delle superfici in c.a. sarà quantificato e pagato con lo stesso criterio di cui al punto C.

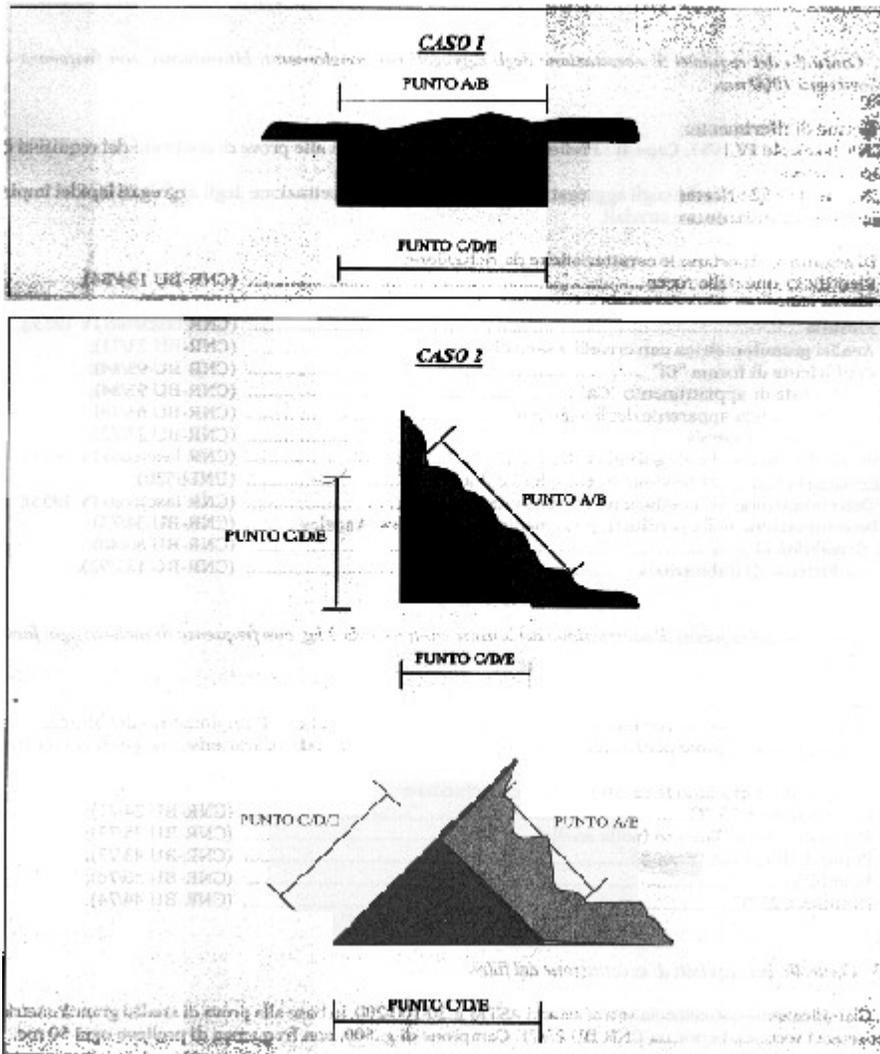
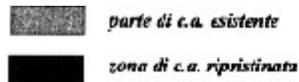
E) Impermeabilizzazione

L'impermeabilizzazione delle superfici in c.a. sarà quantificata e pagata al metro quadrato di superficie effettivamente trattata, come al Punto "C". Nel prezzo di elenco sono compresi tutti gli oneri per la preparazione del fondo, la fornitura dei materiali, della preparazione e posa in opera, degli sfridi e della manodopera.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di effettuare controlli durante le varie fasi lavorative, prelevando campioni di prodotti utilizzati per verificare la corrispondenza delle caratteristiche tecniche richieste, mediante prove di laboratorio con oneri a carico della Ditta appaltatrice.

APPENDICE

1) CALCOLO DELLE SUPERFICI PER IL COMPUTO DEI RIPRISTINI CORTICALI IN C.A.



2) NORME PER IL CONTROLLO DI QUALITÀ DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI IMPIEGATI NELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

(Prelievi dei materiali – Prove – Analisi – Verifiche)

1. Prove preliminari di qualificazione

Hanno lo scopo di valutare e verificare prima dell'inizio lavori le diverse caratteristiche dei componenti (aggregati, bitume, filler e miscela) del conglomerato bituminoso.

1.1. *Controllo dei requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminoso, con frequenza di prelievo ogni 1000 mc.*

Norme di riferimento:

- CNR fascicolo IV 1953, Capo II : Prelievo dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione

- CNR BU 139/92 : Norme sugli aggregati - Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastrutture stradali.

Di seguito si riportano le caratteristiche da richiedere:

- a) Identificazione delle rocce (CNR-BU 104/84);
- b) Massa volumica reale del grano (UNI 8520);
- c) Idrofilia (CNR fascicolo IV 1953);
- d) Analisi granulometrica con crivelli e setacci (CNR-BU 23/71);
- e) Coefficiente di forma "Cf" (CNR-BU 95/84);
- f) Coefficiente di appiattimento "Ca" (CNR-BU 95/84);
- g) Massa volumica apparente degli aggregati (CNR-BU 63/78);
- h) Equivalente in sabbia (CNR-BU 27/72);
- i) Indice dei vuoti delle singole pezzature (CNR fascicolo IV 1953);
- j) Resistenza alla compressione su campioni cubici (UNI 8520);
- k) Determinazione del coefficiente di frantumazione (CNR fascicolo IV 1953);
- l) Determinazione della perdita in peso mediante prova Los Angeles (CNR-BU 34/73);
- m) Sensibilità al gelo (CNR-BU 80/80);
- n) Coefficiente di imbibizione (CNR-BU 137/92).

1.2. Controllo dei requisiti di accettazione del bitume campione da 3 kg, con frequenza di prelievo ogni fornitura.

Norme di riferimento:

- CNR BU 81/80 : Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali – Campionatura del bitume
- CNR BU 68/78 : Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali – Caratteristiche per l'accettazione

Di seguito si riportano le caratteristiche da richiedere:

- a) Penetrazione a 25 °C (CNR-BU 24/71);
- b) Punto di rammollimento (palla anello) (CNR-BU 35/73);
- c) Punto di rottura (Fraas) (CNR-BU 43/73);
- d) Volatilità (CNR-BU 50/76);
- e) Duttilità a 25 °C (CNR-BU 44/74).

1.3. Controllo dei requisiti di accettazione del filler.

Classificazione con setacciatura ai setacci ASTM n.30-100-200, in base alla prova di analisi granulometrica per setacci secondo la norma CNR BU 23/71. Campione di g .500, con frequenza di prelievo ogni 50 mc.

1.4. Verifica e studio delle miscele (mix-design) di conglomerati bituminosi e prove preventive per verificare la conformità alle prove preliminari presentate dall'appaltatore.

Di seguito si riportano i dati principali da richiedere:

- a) Curva granulometrica della miscela;
- b) Perdita in peso espressa in coefficiente Los Angeles dell'inerte > 4mm;
- c) Equivalente in sabbia dell'inerte < 4 mm;
- d) Percentuale di bitume riferito al peso degli aggregati;
- e) Percentuale di filler;

- f) Valori della percentuale dei vuoti residui e della rigidità Marshall ottimali della miscela.

1.5. Campionatura dei conglomerati bituminosi.

La campionatura di un conglomerato bituminoso è la serie di operazioni occorrenti per fornire un campione rappresentativo del conglomerato in esame. Il campione dovrà essere esattamente contrassegnato e corredato di tutte le indicazioni relative alla sua identificazione ed alle prove da eseguire.

Nel caso di spedizione di carote o tasselli prelevati dal conglomerato in opera i campioni dovranno essere imballati con cura, per evitare fessurazioni e deformazioni, protetti dagli urti e se necessario coibentati.

La campionatura può effettuarsi:

- da conglomerato bituminoso sciolto all'impianto, sui mezzi di trasporto e durante le operazioni di stesa;
- da conglomerato bituminoso costipato in opera.

Norme di riferimento:

- CNR BU 61/78 : Campionatura dei conglomerati bituminosi.

2. Controlli di qualità in corso d'opera

2.1. Prelievo di campioni di conglomerato sciolto durante le operazioni di stesa per controllo di qualità in corso d'opera.

Per evitare la segregazione, è preferibile effettuare i prelievi a tergo della macchina vibrofinitrice dopo la stesa. I campioni parziali dovranno interessare tutto o solo lo spessore dello strato in esame ed essere in grado sia per numero che per quantità di rappresentare realmente i materiali posti in opera.

Il campione dovrà essere contenuto in apposita cassetta di legno, contrassegnato e corredato di tutte le indicazioni atte ad individuare il punto di prelievo.

2.2. Prove di laboratorio sui campioni di conglomerato bituminoso prelevato in corso d'opera per il controllo della qualità.

- a) Contenuto di legante (CNR-BU 38/73);
- b) Analisi granulometrica per setacciatura della miscela di inerti (CNR-BU 23/71);
- c) Percentuale dei vuoti o porosità dei provini Marshall (CNR-BU 39/73);
- d) Peso nell'unità di volume dei provini Marshall (CNR-BU 40/73);
- e) Prova Marshall (stabilità e scorrimento) (CNR-BU 30/73);
(I provini Marshall dovranno essere eseguiti preferibilmente in sito con costipatore meccanico)
- f) Prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata pari a 15 giorni.

3. Prove finali e di collaudo

3.1. Campionatura di un conglomerato costipato in opera per prove finali e di collaudo.

Il campione parziale può essere prelevato sotto forma di carote fresate dalla pavimentazione a mezzo di attrezzatura (carotatrice) ovvero sotto forma di tassello ricavato mediante fresa a disco oppure anche mediante scalpellatura e picconatura.

Il campione dovrà risultare indisturbato integro, compatto e rappresentare lo spessore completo dello strato (o degli strati) da esaminare.

3.2. Prove di laboratorio sui campioni di conglomerato bituminoso prelevato in opera per i controlli finali e di collaudo.

- a) Misura degli spessori degli strati;

- b) Contenuto di legante (CNR-BU 38/73);
- c) Analisi granulometrica per setacciatura della miscela di inerti (CNR-BU 23/71);
- d) Contenuto dei vuoti residui espresso in percentuale in volume (CNR-BU 39/73);
- e) Determinazione del peso dell'unità di volume del conglomerato (CNR-BU 40/73).
(del campione tale quale)

3.3. Prova per la misura della resistenza di attrito radente con apparecchio portatile a pendolo (skid test).

La prova viene eseguita per verificare e misurare la resistenza di attrito radente longitudinale offerta dalla superficie di una pavimentazione stradale bagnata. Lo strumento misura la resistenza allo slittamento fra un elemento in gomma strisciante (montato sul terminale di un apposito pendolo) e la superficie stradale. La prova viene effettuata utilizzando un apparecchio portatile denominato "Skid-resistance" tester by Stanley London realizzato dal Road Research Laboratory.

I valori misurati con questa apparecchiatura vengono espressi in unità BPN (British Portable Tester Number) e raffrontati con le quattro categorie di manti in relazione alla sdruciolevolezza.

Catg. A	BPN>65	Antisdruciolevole per eccellenza
Catg. B	55<BPN>65	Abbastanza antisdruciolevole
Catg. C	45<BPN>55	Soddisfacente in circostanze favorevole
Catg. D	BPN<45	Sdruciolevole

Norme di riferimento:

- CNR BU 105/85 : Norme per la misura delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni – Metodo di prova per la misura della resistenza di attrito radente con l'apparecchio portatile a pendolo.

4. Massa e dimensioni dei campioni destinati al laboratorio e frequenza di prelievo

- *Massa e dimensioni dei campioni destinati al laboratorio:* Campione di conglomerato sciolto - vedi : *Allegato I - tabella n. 1* Campione di conglomerato costipato in opera - vedi : *Allegato I - tabella n. 2*
- *Tavola sinottica (classificazione delle prove):* vedi : *Allegato II*
- *Controllo dei conglomerati bituminosi stradali prodotti:* vedi : *Allegato III*
- *Quantità minima del materiale necessario per le varie prove sugli aggregati:* vedi : *Allegato IV.*

5. Modello del verbale per i prelievi dei campioni di materiali da sottoporre a prove da laboratorio

vedi : *Allegato V*

Allegato I

A) MASSA E DIMENSIONI DEI CAMPIONI DESTINATI AL LABORATORIO

A.1) CONGLOMERATO SCIOLTO

La massa minima del campione dipende dalle dimensioni massime dell'aggregato e dal tipo di prova da effettuare ed è riportata, a titolo orientativo, nella tabella n. 1

Tabella n. 1

Tipo di prova	Dimensione massima dell'aggregato (mm)					
	30	25	15	10	5	2
Contenuto in legante e granulometria (Kg)	7	7	4	3	2	2
Massa volumica (Kg)	4	4	3	3	3	3
Prova Marshall (Kg)	10 (*)	6	6	6	6	6

(*) Per tenere conto della necessità di scartare l'aggregato di dimensione maggiore di 25 mm.

A.2) CONGLOMERATO COSTIPATO IN OPERA

Le dimensioni e il numero dei campioni dovranno essere tali da fornire la quantità in materiale occorrente, di volta in volta, per le prove richieste, come indicato in tabella n.1.

Le dimensioni minime del tassello e del diametro della carota, in funzione della pezzatura massima dell'aggregato, sono riportati, a titolo orientativo nella tabella n. 2.

Tabella n. 2

Tipo campione	Dimensione massima dell'aggregato (mm)					
	30	25	15	10	5	2
Diametro minimo del tassello (*) (cm x cm)	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20
Diametro minimo della carota cm	15	15	15	15	10	10

(*) Nel caso di prelevamento con scalpello o piccone, le dimensioni riportate dovranno essere opportunamente aumentate.

Allegato II

TAVOLA SINOTTICA - (CLASSIFICAZIONE DELLE PROVE)

PROVE	Sui componenti	Sulla miscela	Sulle modalità di posa in opera	Sulla funzionalità degli strati ottenuti
<i>Progetto</i>	Caratteristiche granulometriche fisiche, meccaniche dell'aggregato. Caratteristiche dell'additivo. Caratteristiche del legante.	Determinazione addensamento sulla miscela con e senza legante. Determinazione della stabilità deformabilità, vuoti e imbibizione sulla miscela con legante. Ricerca delle condizioni ottime. MIX DESIGN studio Marshall.		
<i>Esecuzione</i>	Controllo della rispondenza delle caratteristiche dei componenti a quanto rilevato in fase di progetto e contenuto nelle prescrizioni di Capitolato.	Controllo quantitativo della composizione. Verifica dell'ottenimento dei valori previsti in progetto.	Controllo del corretto funzionamento degli impianti e delle attrezzature. Controllo della corretta posa in opera (omogeneità). Controllo addensamento (% vuoti ecc.)	Prova Marshall per conglomerati bituminosi
<i>Collaudo</i>	Come sopra. Con particolare riguardo a possibili variazioni intervenute nei vari costituenti durante la fase di esercizio.	Come sopra. Per quanto possibile in relazione al prelievo dei campioni.	Controllo dello stato finale di addensamento (percentuale dei vuoti). Spessori.	Controllo della regolarità della superficie. Misura di deformazione in sito. Misure di permeabilità. Misure di scivolosità.

Allegato III

CONTROLLO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI STRADALI PRODOTTI

MATERIALI	Prelievo	Quantità da prelevare	Prove da eseguire	Frequenza del prelievo
<i>Miscela allo stato sciolto</i>	Impianto	10 Kg	Composizione quantitativa, controllo della stabilità. controllo della temperatura	Ogni 300 mc. 1 volta al giorno
	Finitrice	10 Kg	Composizione quantitativa, controllo della temperatura; prova Marshall, Brasiliana, impronta.	Ogni 150 mc. 1 volta al giorno
<i>Miscela dopo costipamento</i>	Sullo strato finito a discrezione	Carote 3 Φ 20 o 4 Φ 15 o 6 Φ 10 cm	Composizione quantitativa, controllo addensamento (percentuale dei vuoti), controllo stabilità (limitatamente alle possibilità di prelevare campioni indisturbati di forma e volume idonei), spessori carotature	Ogni 6000 mq.

Allegato IV**QUANTITÀ MINIMA DEL MATERIALE NECESSARIO PER LE VARIE PROVE SUGLI AGGREGATI**

Tipo di prova	Dimensione massima dell'aggregato(mm)								
	71	60	40	25	15	10	5	2	<2
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
Esame petrografico - Pesì specifici	10	10	5	5	5	5	5	1	1
Granulometria Coefficiente di forma, massa volumica	25	15	10	5	2	1	0.5	0.2	0.2
Perdita di peso per abrasione (Los Angeles)	50	50	25	25	15	15	10		
Resistenza al gelo	100	100	50	50	30	30	20		
Coefficiente di frantumazione				10	10	5			
Idrofilia							5		
Impurità	10	10	10	5	5	5	5	1	1

Nota:

In genere conviene abbondare nel quantitativo del materiale da prelevare per inviare al laboratorio, per consentire l'esecuzione di prove in doppio e la ripetizione delle prove di dubbio risultato.

Allegato V

AMMINISTRAZIONE APPALTANTE

..... Settore LL.PP. – Ufficio
Viabilità

VERBALE DI PRELIEVO DEI CAMPIONI DI MATERIALE DA SOTTOPORRE A PROVE DI LABORATORIO

Strada:
Comune/Località:
Lavoro:

.....
.....
Impresa esecutrice:

- rep. contratto n.: del:
- contratto in corso di stipula – affidamento lavori con Det. Dir. n.: del: Impresa subappaltatrice:
.....
- autorizzazione subappalto con Det. Dir. n.: del:

* * * * * Premesso che come dalle prescrizioni del Capitolato Speciale d’Appalto (art.:), si prevede l’esecuzione dei controlli di qualità sui materiali impegnati, ai fini dell’accettazione dei materiali stessi, presso Laboratori o Istituti autorizzati e di fiducia dall’Amministrazione appaltante, su ordine della Direzione lavori:

il giorno:

alle ore :.....

alla presenza dei sottoscritti:

- 1) dell’Amministrazione appaltante in qualità di
- 2) dell’Amministrazione appaltante in qualità di
- 3) dell’Impresa esecutrice in qualità di
- 4) dell’Impresa esecutrice in qualità di
- 5) dell’Impresa subappaltatrice in qualità di

si è provveduto presso:

- il cantiere stradale sulla S.P. n.: al Km lato
- lo stabilimento di confezionamento ubicato in
- il deposito materiali di ubicato in

al prelievo del seguente campione:

|_ | di conglomerato bituminoso depositato in una cassetta di legno delle dimensioni di cm
denominato campione n° - tipo materiale
denominato campione n° - tipo materiale
denominato campione n° - tipo materiale

|_ | di carota di conglomerato bituminoso di diametro di cm
denominato campione n° - tipo materiale
denominato campione n° - tipo materiale
denominato campione n° - tipo materiale

|_ | di aggregati inerti/terra per uso
denominato campione n° di kg tipo
denominato campione n° di kg tipo
denominato campione n° di kg tipo

|_ | di bitume / emulsione bituminosa denominato campione n° di kg tipo
denominato campione n° di kg tipo
denominato campione n° di kg tipo

I dati di cui sopra sono stati riportati sulla cassetta di legno o sul contenitore pertanto:

|_ | si procede all'invio del/i campione/i presso il laboratorio ufficiale di

|_ | conservare in attesa delle analisi presso

I sigilli o i contrassegni sono stati riportati alla presenza delle parti e consistono in:

Per accettazione le parti:

Per l'Amministrazione Appaltante

.....
.....
.....

Per l'Impresa esecutrice/subappaltatrice

.....
.....
.....

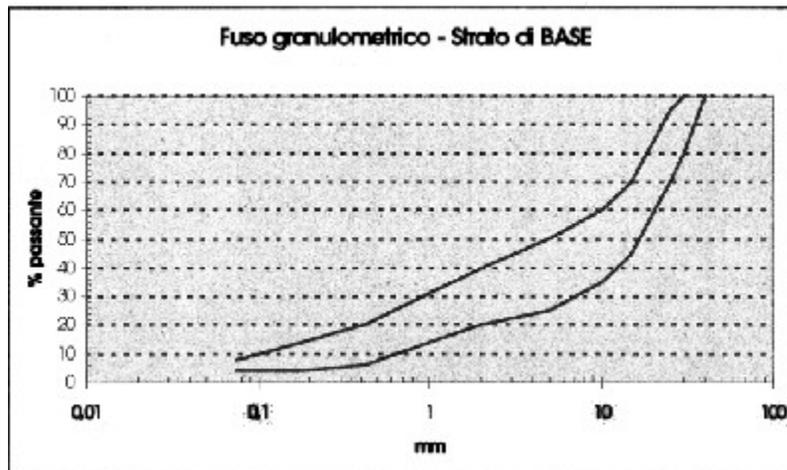
Note/Osservazioni/Riserve:

.....
.....
.....
.....

3) RIEPILOGO DELLE SPECIFICHE TECNICHE PRINCIPALI DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

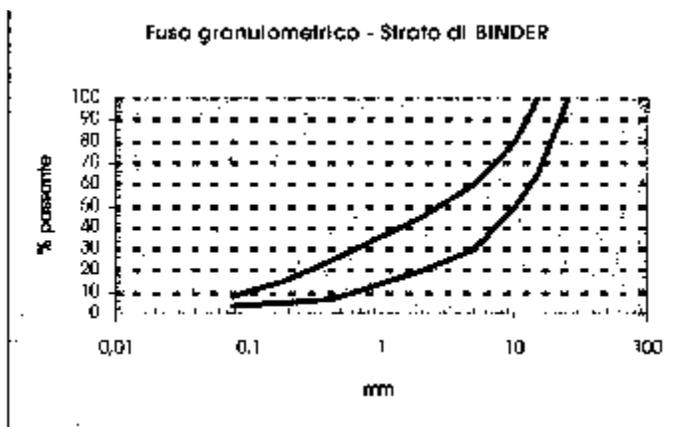
3.1) STRATO DI BASE

<i>Requisiti del conglomerato</i>	<i>Norma</i>	<i>Unit a di misu ra</i>	<i>Valore</i>
BITUME riferito al peso secco totale degli aggregati	CNR 38/73	%	3,5 ÷ 4,5
STABILITA' Marshall (60°C, 75 colpi/faccia) – [Fr]	CNR 30/73	Kg	> 700
RIGIDEZZA Marshall	CNR 30/73	Kg/ mm	> 250
VUOTI RESIDUI su provino Marshall	CNR 39/73	%	3 ÷ 7
Stabilità Marshall dopo immersione 15 gg in acqua	CNR 149/92	-	≥ 0,75 Fr



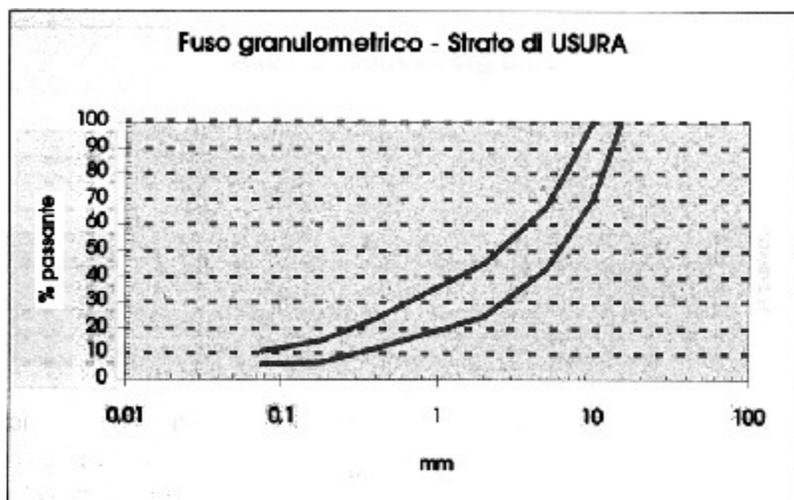
3.2) STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

<i>Requisiti del conglomerato</i>	<i>Norma</i>	<i>Unit di misura</i>	<i>Valore</i>
BITUME riferito al peso secco totale degli aggregati	CNR 38/73	%	4 ÷ 5,5
STABILITA' Marshall (60°C, 75 colpi/faccia) – [Fr]	CNR 30/73	Kg	> 900
RIGIDEZZA Marshall	CNR 30/73	Kg/m m	> 250
VUOTI RESIDUI su provino Marshall	CNR 39/73	%	3 ÷ 7
Stabilità Marshall dopo immersione 15 gg in acqua	CNR 149/92	-	≥ 0,75 Fr



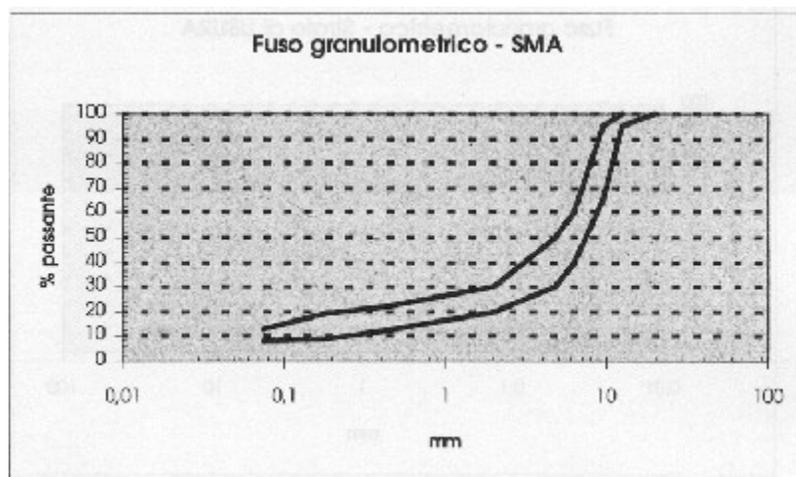
3.3) STRATO DI USURA (CHIUSO)

<i>Requisiti del conglomerato</i>	<i>Norma</i>	<i>Unita di misura</i>	<i>Valore</i>
BITUME riferito al peso secco totale degli aggregati	CNR 38/73	%	4,5 ÷ 6
STABILITA' Marshall (60°C, 75 colpi/faccia) – [Fr]	CNR 30/73	Kg	> 1000
RIGIDEZZA Marshall	CNR 30/73	Kg/m m	> 300
VUOTI RESIDUI su provino Marshall	CNR 39/73	%	3 ÷ 6
Stabilità Marshall dopo immersione 15 gg in acqua	CNR 149/92	-	≥ 0,75 Fr
VUOTI RESIDUI su carote prelevate in sito dopo rullatura	CNR 39/73	%	4 ÷ 8
MACRORUGOSITA' superficiale altezza in sabbia – (15/90 gg)	CNR 94/83	mm	> 0,55
RESISTENZA DI ATTRITO RADENTE – (15/90 gg)	CNR 105/85	BPN	> 60
COEFFICIENTE DI ADERENZA TRASVERSALE – (15/90 gg)	CNR 147/92	CAT	> 0,60



3.4) SPLITTMASTIX ASPHALT (SMA)

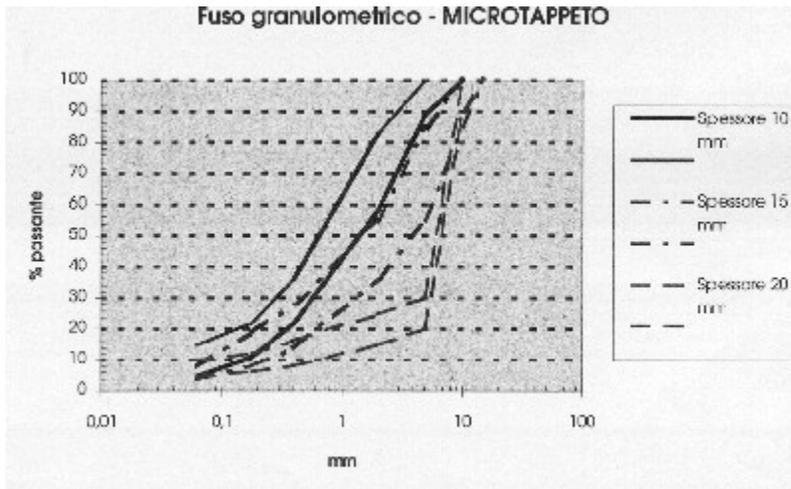
<i>Requisiti del conglomerato</i>	<i>Norma</i>	<i>Unita di misura</i>	<i>Valore</i>
BITUME riferito al peso secco totale degli aggregati	CNR 38/73	%	5,5 ÷ 7,5
STABILITA' Marshall (60°C, 75 colpi/faccia) – [Fr]	CNR 30/73	Kg	> 1000
RIGIDEZZA Marshall	CNR 30/73	Kg/mm	> 350
VUOTI RESIDUI su provino Marshall	CNR 39/73	%	4 ÷ 8
Stabilità Marshall dopo immersione 15 gg in acqua	CNR 149/92	-	≥ 0,75 Fr
RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA (Brasiliana) a 25°C	CNR 134/91	Kg/cmq	> 6
MACRORUGOSITA' superficiale altezza in sabbia – (15/90 gg)	CNR 94/83	mm	> 0,60
RESISTENZA DI ATTRITO RADENTE – (15/90 gg)	CNR 105/85	BPN	> 65
COEFFICIENTE DI ADERENZA TRASVERSALE – (15/90 gg)	CNR 147/92	CAT	> 0,60



3.5) MICROTAPPETO

<i>Requisiti del conglomerato</i>	<i>Norma</i>	<i>Unita di misura</i>	<i>Valore</i>
BITUME riferito al peso secco totale degli aggregati	CNR 38/73	%	5 ÷ 6,5
STABILITA' Marshall (60°C, 50 colpi/faccia) – [Fr]	CNR 30/73	Kg	> 700
RIGIDEZZA Marshall	CNR 30/73	Kg/mm	150 ÷ 300
VUOTI RESIDUI su provino Marshall	CNR 39/73	%	10 ÷ 14
Stabilità Marshall dopo immersione 15 gg in acqua	CNR 149/92	-	≥ 0,75 Fr
RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA (Brasiliana) a 25°C	CNR 134/91	Kg/cmq	4,5 ÷ 7
MACRORUGOSITA' superficiale altezza in sabbia – (15/90 gg)	CNR 94/83	mm	> 0,60
RESISTENZA DI ATTRITO RADENTE – (15/90 gg)	CNR	BPN	> 65

	105/85		
COEFFICIENTE DI ADERENZA TRASVERSALE – (15/90 gg)	CNR 147/92	CAT	> 0,60



3.6) CONGLOMERATO AD ALTO MODULO COMPLESSO

