Provincia di Ancona

Settore III
AREA VIABILITA'

ACCORDO QUADRO	Oggetto: **ACCORDO QUADRO (art. 59 D.Lgs. n. 36/2023) PER I LAVORI DI RIABILITAZIONE ALLA SOVRASTRUTTURA STRADALE SULLE SS.PP. VARIE DEI REPARTI OPERATIVI DELLA PROVINCIA DI ANCONA – ANNI 2026-2027** ***Cod. Int. (99.05)*** **Importo totale € 3.200.000,00**

Data Red.: SETT26 1° Agg.	**CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE**	**G**

IL PROGETTISTA	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Ing. Alessia Montucchiari Alessia Montucchiari 16.10.2026 09:46:46 GMT+02:00	**Ing. Monica Ulissi** Monica Ulissi 20.10.2026 15:46:46 GMT+01:00

Il presente capitolato è composto da n. 160 pagine

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

I Parte – Descrizione degli interventi dell'Accordo Quadro

CAPO I

TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI

Gli interventi **alla sovrastruttura stradale** delle strade provinciali rientranti nell'Accordo Quadro in oggetto saranno, da un punto di vista della programmazione, di **riabilitazione** ovvero lavorazioni che comportano modifiche tali da permettere un miglioramento qualitativo/quantitativo della sovrastruttura stradale e che richiedono un progetto, anche se parziale, delle opere da realizzare (es.: rafforzo, sostituzione e miglioramento della pavimentazione stradale, ricostruzione).

Da un punto di vista tecnico gli interventi alla sovrastruttura stradale, da prevedere nel presente Accordo Quadro, possono essere distinti in:

- profondi: quando è necessario ripristinare la portanza della sovrastruttura che richiede sostanzialmente un'azione di ricostruzione della stessa con eventuale stabilizzazione e/o miglioramento delle capacitò di portanza dei piani di posa della sovrastruttura stradale;
- intermedi: quando è necessario ripristinare le capacità strutturali del multistrato in conglomerato bituminoso
- superficiali: quando è necessario ripristinare le funzioni di regolarità, rumorosità, drenaggio e aderenza della pavimentazione.

Pertanto, le soluzioni da valutare in funzione di aspetti prestazionali, ambientali, economici e dei materiali a disposizione possono essere distinte in:

- tradizionali quando si prevede l'impiego di miscele prodotte a caldo e con materie prime vergini;
- ad alte prestazioni con bitume modificato con elastomero SBS, particolarmente indicati su strade ad alto volume di traffico e soggette a forti variazioni termiche;
- alternativi quando si prevede l'impiego di conglomerato bituminoso con riciclaggio a caldo imponendo appositi vincoli sulla gestione del fresato e il controllo delle prestazioni;
- ecosostenibili quando si prevede l'impiego di conglomerato bituminoso o misto cementato riciclato a freddo o trattamenti superficiali a freddo

Un ***elenco*** dei possibili interventi da prevedersi nell'Accordo Quadro in oggetto, anche se non esaustivo, può essere il seguente:

Intervento esteso
Intervento che si riferisce ad una porzione estesa della strada, ovvero su una superficie che può interessare una intera sezione omogenea o anche più di una. Tali interventi devono contemplare il ripristino delle condizioni di aderenza, di regolarità, sia strutturali collegate alla portanza degli strati non legati.

Demolizione
L'intervento prevede l'asportazione degli strati ammalorati costituenti la sovrastruttura stradale oggetto di riparazione. Può interessare uno o più strati legati nonché la fondazione stradale. La

gravità del danno, l'estensione e lo spessore dell'intervento, la presenza di servizi e chiusini, il tipo e l'intensità del traffico in relazione alle dimensioni della strada o la possibilità di reimpiegare i materiali di risulta, nell'ambito dello stesso cantiere, sono tutti elementi che dovranno condizionare la tecnica di demolizione.

Fresatura L'operazione di asporto del materiale è svolta da macchine specializzate in grado di intervenire su spessori variabili della pavimentazione stradale, tramite una o più passate. Le macchine fresatrici devono essere in grado di operare, in un'unica passata, sino ad una larghezza di 1 o 2 metri lineari e per uno spessore variabile da pochi centimetri fino a 20 cm (fresatura superficiale o profonda). Le superfici oggetto di fresatura devono essere sottoposte a pulizia finale con motospazzatrici aspiranti.

Scarifica A differenza della fresatura non consente di ottenere materiali pronti per il trattamento successivo, in quanto non si ottiene un prodotto uniforme dal punto di vista granolumetrico e di contenuto di legante, che può essere tacitamente trattato e riciclato. Con l'operazione della scarifica si ha l'asportazione del manto stradale mediante macchine diverse (grader, pala meccanica, escavatore, terna, ecc….) o con l'ausilio di martelli pneumatici, in grado di aggredire i conglomerati bituminosi staccandoli in blocchi o lastre di diverse dimensioni.

Rifacimento dello strato

Qualora il difetto della sovrastruttura stradale è limitato ad uno o più strati superficiali in conglomerato bituminoso, si può intervenire sostituendo completamente lo strato o gli strati ammalorati con altri che, per caratteristiche costruttive e prestazionali, siano del tutto equivalente a quelle preesistenti. Si potrà intervenire con una serie di tecniche e di sistemi alternativi, utilizzando tecnologie a caldo o a freddo, con o senza ricorso di materiali riciclati.

Ricostruzione del pacchetto bitumato

Per il pacchetto bitumato della sovrastruttura stradale, si intende l'insieme dei strati legati in conglomerato bituminoso, vale a dire la base, il binder e il tappeto d'usura. Pertanto quando il danno è di entità tale da interessare l'intero pacchetto stradale si dovrà valutare l'opportunità della ricostruzione dello stesso, cioè il rifacimento degli strati legati, preventivamente demoliti con nuovi strati aventi caratteristiche prestazioni migliori di quelli preesistenti. Tali interventi dovranno tenere conto della tipologia della strada ovvero l'importanza che il collegamento viario riveste nell'ambito provinciale, della tipologia del traffico veicolare e delle disponibilità economiche.

Irruvidimento

L'intervento deve venire attuato per migliorare le caratteristiche di aderenza dello strato di usura. Si ha anche un secondo scopo, quando si ha l'aggiunta di nuovi materiali (sovrapposizione di nuovi strati), ovvero quello di incrementare la protezione e l'impermeabilizzazione della sovrastruttura stradale. Le tecniche si possono riassumere brevemente mediante:

- **Nuovi strati in conglomerato bituminoso**, ovvero l'intervento consiste nella posa di un nuovo strato di usura (in conglomerato bituminoso tradizionale) sulla sovrastruttura esistente.
- **Splittmastix** con conglomerato bituminoso chiuso, ad elevato contenuto di graniglie e di legante modificato, in grado di fornire rugosità superficiale, stabilità, resistenza alle deformazioni e all'ormaiamento.
- **Trattamenti superficiali a freddo** da eseguirsi, su strati preesistenti, anche con macchine combinate che permettono la stesa simultanea degli inerti aventi elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione e alla levigatura (basaltico o porfido) e delle emulsioni costituite con leganti bituminosi modificati. Questi trattamenti possono essere monostrato oppure doppiostrato. La rullatura deve essere eseguita con idonea macchina che eviti la frantumazione dell'inerte e infine si dovrà prevedere una spazzolatura della superficie con motospazzola, per asportare l'inerte esuberante non fissato nella mano di emulsione bituminosa.

- **Malte bituminose colate a freddo (slurry seal)** trattamenti che consistono nella stesa in strati sottili di malte bituminose irruvidite, ottenute miscelando aggregati lapidei di I categoria (basalto o porfido) con emulsioni bituminose modificate ed idonei additivi, con eventuale aggiunta di acqua e fibre. Con una apposita macchina semovente si effettua contemporaneamente la miscelazione dei componenti e la stesa per mezzo di una piastra appositamente attrezzata. La malta deve essere distribuita in modo uniforme su tutta la larghezza della piastra e per spessori variabili (da 4 a 15 mm) previa esecuzione di un primo strato a saturazione delle lesioni e fessurazioni presenti nello strato di supporto della malta.

Aggiunta di uno strato

L'intervento consiste nella stesa di un nuovo strato in conglomerato bituminoso in aggiunta agli strati legati esistenti che non vengono demoliti. Tale operazione potrà essere preceduta da una **risagomatura o ricarica** con un conglomerato bituminoso tipo base o binder (di spessore variabile), sempre sullo strato preesistente, al fine di ridare la regolare pendenza sia trasversale che longitudinale della piattaforma stradale. Il nuovo strato potrà essere realizzato con miscele tipo conglomerati bituminosi tradizionali, microtappeti a caldo, splittmastix o con trattamenti superficiali a freddo e slurry seal. L'utilizzo di questa tecnica è condizionato dall'altezza finale della pavimentazione, vincolata dalle quote delle caditoie, tombini, marciapiedi nonché dei franchi verticali di eventuali cavalcavia. La stesa di un nuovo strato sovrapposto a quelli esistenti deve necessariamente interessare l'intera sezione stradale o l'intera carreggiata. Devono, inoltre, essere eseguiti i raccordi con la esistente pavimentazione in testa e a fine del nuovo strato, creando opportune zone di transizione che evitano fastidiosi e pericolosi salto in quota. Tali zone si devono realizzare mediante una fresatura superficiale trasversale di larghezza adeguata rapportata allo spessore dello strato aggiunto, lungo la quale, operando con la finitrice, si realizza il passaggio graduale di quota dal vecchio al nuovo strato e viceversa.

Risanamento profondo

L'intervento, di tipo strutturale, consiste nella demolizione e ricostruzione in profondità degli strati costituenti la sovrastruttura stradale. Potrà interessare soltanto gli strati legati ed estendersi sino allo strato di base o interessare anche lo strato di fondazione in misto granulare, sia naturale, sia stabilizzato con leganti.

La sequenza delle operazioni è così di seguito indicata:

- **Demolizione** in base all'estensione della zona da risanare e alla profondità dell'intervento si sceglierà il metodo di demolizione più efficace e conveniente, se la scelta ricade su un intervento di scarifica, si procederà alla demolizione dopo avere definito i contorni e provveduto al taglio perimetrale con sega per asfalto. Se si opta invece per una demolizione con fresatura, sarà necessario individuare la macchina più adatta per dimensioni e potenza, anche in relazione alla possibilità di reimpiego del materiale fresato nell'ambito dello stesso cantiere.
- **Riqualificazione** eseguita l'asportazione degli strati legati è necessario verificare le caratteristiche di portanza della fondazione stradale, soprattutto se il risanamento profondo interessa una superficie estesa; si dovranno quindi effettuare una serie di prove di carico mediante piastra statica e/o dinamica. In relazione a risultati negativi di tali prove, si procederà ad una riqualificazione dello strato, procedendo, per esempio, ad una miscelazione in situ, mediante idonei miscelatori (tipo pulvimixer) con cemento, calce e/o bitume schiumato/emulsione sovrastabilizzata. Se dalle prove di piastra dovessero essere rilevate carenze a livello del sottofondo si procederà ad un intervento preventivo di bonifica. Se necessari si dovrà prevedere l'impiego di geosintetici (geotessuti, tessuti non tessuti o reti), tra lo strato di fondazione e il sottofondo. Sia il sottofondo che lo strato di fondazione dovranno essere accuratamente costipati con impiego di rulli specifici per ogni

tipo di materiale (rulli statici lisci o gommati e rulli vibranti, per misti naturali assortiti granulometricamente; rulli a punte e rulli statici per materiali a matrice limo-argillosa).

- **Ricostruzione** l'operazione conclusiva dell'intervento consiste nel rifacimento degli strati legati, mediante stesa di conglomerati bituminosi con caratteristiche prestazionali superiori a quelli costituenti, in origine, gli strati demoliti.

Sigillatura

La sigillatura delle fessure consente di bloccare o ridurre l'infiltrazione dell'acqua ed il suo passaggio negli strati profondi della sovrastruttura. L'intervento permette pertanto di contenere i rigonfiamenti e i fenomeni deformativi causati dal gelo e disgelo e di limitare i problemi di dilavamento negli strati non legati. In presenza di una densità elevata di fessurazioni della pavimentazione, dovrà valutarsi se intervenire con un trattamento superficiale più che un sigillatura estesa.

Esistono diverse metodologie e prodotti per la sigillatura delle lesioni:

- **Emulsione e sabbia**: con appositi recipienti l'emulsione bituminosa viene colata nella fessura fino a completo riempimento, lasciando affiorare il prodotto in superficie, sulla parte in esubero si deve immediatamente cospargere sabbia umida, lavorata con scopa che ne facilità l'inserimento e nel contempo accelera la rottura dell'emulsione.
- **Mastici bituminosi**: in questo trattamento il mastice elastomerico viene colato a caldo direttamente nella fessura e contemporaneamente viene modellato con un applicatore raschiatoio avente forma variabile (ad U o a V). E' necessario proteggere il trattamento ricoprendolo temporaneamente con sabbia o polvere calcarea.
- **Sigillatura a nastro:** questa tecnica prevede l'utilizzo di nastri autoadesivi elasto-plastici bituminosi. L'applicazione è effettuata utilizzando semplici attrezzature manuali; le fasi di finitura e modellamento sono completate dall'azione costipante del traffico.

Ricostruzione area del giunto

Questo tipo di intervento può essere adottato quando il giunto longitudinale tra strisciate adiacenti si presenta aperto e degradato con le zone limitrofe fittamente fessurate, con evidenti distacchi di elementi lapidei dal bordo. E' opportuno in questi casi operare un rafforzamento dell'area del giunto mediante una fresatura di larghezza adeguata (per es. da 50 cm a 100 cm) e profondità corrispondente a quella dello strato di usura, la successiva pulizia con aspirazione del cassonetto, l'applicazione di mano d'attacco e l'eventuale introduzione di un geotessili di caratteristiche adatte. Infine è necessario stendere un nuovo strato di conglomerato bituminoso curando in modo particolare i bordi della zona fresata.

Riempimento con conglomerato a freddo (confezionati con bitumi tradizionali o modificati)

E' la colmatura temporanea e provvisoria di buche, in attesa di interventi più adatti al tipo di ammaloramento. Operativamente è necessario liberare la buca dai detriti e residui di pavimentazione e altro materiale, pulire accuratamente il fondo e i bordi della buca, spruzzare un velo di emulsione, quindi depositare e spianare una quantità di conglomerato proporzionata al volume della buca e rullare.

Tecniche di rafforzamento

- **Sovrapposizioni di nuovi strati per adeguamento del pacchetto bitumato** Le lavorazioni come descritte al punto "Aggiunta di uno strato" permettono di prevenire il collasso delle sovrastrutture in conseguenza di incrementi di traffico non prevedibili o per il prolungamento della vita utile della sovrastruttura.
- **Miglioramento con inserimento di rinforzi in geosintetici e fibre di vetro** Per migliorare la capacità portante dei vari strati costituenti la sovrastruttura si potranno impiegare una vasta gamma di prodotti quali le geogriglie, i geocompositi, i non tessuti termosaldati o i tessuti in poliestere o in polipropilene (geosintetici). La tecnica deve prevedere

l'inserimento di un geosintetico sul piano di posa dello strato da realizzare. A seconda delle situazioni, sarà possibile orientare la scelta progettuale sul materiale che presenta le caratteristiche di rinforzo, separazione e/o filtrazione ottimale. Anche l'utilizzo di **reti in fibre di vetro** contribuisce a rafforzare la struttura e a limitare i danni causati dall'insorgere di fessure riflesse dagli strati inferiori.

Tecniche di stabilizzazione, interventi sui sottofondi

A seconda delle esigenze di portanza richieste, possono essere attuati diversi interventi:

- **Correzione granulometrica**: è possibile migliorare le caratteristiche meccaniche di una terra aumentandone l'addensamento, sia modificando la sua composizione granulometrica, sia il suo grado di costipamento, utilizzando per tale scopo materiali di integrazione dotati di attrito interno particolarmente elevato. Il risultato si consegue con l'aggiunta ed il mescolamento di altre terre, con granulometria corrispondente alla frazione granulometrica carente della terra da stabilizzare o con l'apporto di materiale frantumato, ottenendo così un miglioramento delle resistenze attritive. La correzione granulometrica potrà farsi in sito o in appositi impianti di trattamento.
- **Stabilizzazione a cemento**: il metodo prevede la miscelazione in sito della miscela inerte costituente la preesistente fondazione in misto granulare con cemento e acqua per uno spessore variabile da 10 ai 30 cm. I quantitativi di materiale nuovo da utilizzare devono essere predeterminati in laboratorio con appositi studi di prequalifiicazione. La miscelazione, previa umidificazione degli strati, dovrà essere eseguita con idonea attrezzatura in grado di rimuovere e mescolare uniformemente su tutto lo spessore. Completata la miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani verificando, nel contempo, l'uniformità granulometrica. Le operazioni di costipamento e di stesa dello strato protettivo di emulsione devono essere ultimate entro poche ore dalla stesa del cemento L'addensamento sarà realizzato da rulli vibranti e rulli gommati.
- **Stabilizzazione con emulsione bituminosa**: questo tipo di stabilizzazione si presta quando il materiale ha una granulometria discontinua; il legante impiegato in questo caso è costituito da emulsioni bituminose a lenta rottura, il cui dosaggio dipende dalla granulometria e dall'impiego cui è destinata la miscela e varia a seconda che si desideri ottenere una miscela con maggiori capacità portante oppure più impermeabile. Pertanto saranno necessarie l'esecuzione di prove preliminari di prequalificazione su diversi campioni di miscele confezionate.
- **Stabilizzazione con bitume schiumato**: questa tecnica consente la formazione di nuovi strati di fondazione, stabilizzando un pre-esistente strato non legato ammalorato con il fresato degli strati bitumati di pavimentazione ammalorate, mediante una miscelazione in sito, a freddo, con bitume schiumato e cemento. La schiuma di bitume si deve ottenere, direttamente in opera, insufflando all'interno di uno speciale ugello (camera di espansione) una piccola percentuale di acqua (2-3%) in un idoneo bitume alla temperatura di circa 170 °C. La reazione di espansione che ne consegue fa assumere al bitume la consistenza di una schiuma, con aumento del volume apparente di 20-30 volte rispetto al valore corrispondente allo stato fluido e ciò consente di miscelare efficacemente il bitume con un'inerte anche umido a temperatura ambiente. Tutte le operazioni (dalla fresatura alla miscelazione fino alla stesa) devono avvenire ad opera di una stessa macchina.
- **Rifacimento con misti cementati**: in alcuni casi si dovrà prevedere di sostituire lo strato di fondazione non legato ammalorato con un nuovo strato di misto cementato. Il misto cementato sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, anche contenente inerti riciclati, trattata con un legante idraulico (cemento). Il misto cementato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati; la miscela deve essere stesa, mediante apposite macchine finitrici. Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento

richiesto. Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa con successivo spargimento di graniglia.

- **Riqualificazione del sottofondo**: sono adatte alla stabilizzazione tutte le terre che, se mescolate con legante (cemento, calce o leganti bituminosi), modificano le proprie caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche onde ottenere una miscela scarsamente sensibile agli agenti atmosferici, idonea al costipamento in strati e di capacità portante superiore al materiale di partenza. Altra tecnica è la correzione granulometrica con apporto di idonei materiali lapidei.
- **Stabilizzazione a calce**: le terre da impiegare nella stabilizzazione con calce devono appartenere a determinati gruppi della classifica funzionale delle terre contemplata dalla norma UNI CNR n. 10006. Anche la calce deve possedere requisiti specifici. Le quantità percentuali dei singoli componenti la miscela sono stabilite in relazione agli impieghi di questa mediante preventivi studi di laboratorio (prove di prequalificazione). Nel caso di miscelazione in sito, dopo avere sagomato il terreno come da progetto, sarà necessario scarificare lo strato da stabilizzare eliminando tutti i materiali estranei. Qualora invece si intenda trattare il materiale di riporto, si dovrà, prioritariamente e in alternativa alle operazioni citate, procedere alla stesa del materiale da stabilizzare per strati di spessore non superiore a 20-25 cm. Successivamente si procederà alla stesa della calce, utilizzando apposite macchine spanditrici, e all'umidificazione con adatta cisterna munita di barra di spruzzatura; quindi si procederà alla miscelazione di terra, legante e acqua a mezzo di miscelatore a fresa orizzontale (pulvimixer). Ultimate le operazioni di stesa si procederà alla compattazione con mezzi adatti e con modalità stabilite a seguito delle preventive prove di laboratorio.

Tecniche di riciclaggio

La tecnica di riciclare nel campo stradale s'intende la possibilità di recuperare e riutilizzare il fresato nella produzione di un nuovo conglomerato bituminoso. Le tecniche sono principalmente due: a caldo (con apporto di energia termica agli inerti) e a freddo (nessun riscaldamento degli inerti). Il riciclaggio può avvenire: in impianto fisso o in sito.

- - - - - -

Per dare una maggiore garanzia alla funzionalità degli interventi, oggetto del presente Accordo Quadro, e al fine di migliorare la sicurezza e fluidità al transito dei veicoli, si dovranno prevedere anche lavorazioni che vanno ad interessare altri elementi tipologici che insistono sulla sede stradale oggetto dell'intervento, ovvero:

- sistemazione degli arginelli stradali
- pulizia e rifacimento delle banchine stradali in misto stabilizzato
- rifacimento e/o pulizia dei fossi laterali alla carreggiata stradale
- riprofilatura e pulizia delle scarpate stradali
- sistemazione o nuovo posizionamento di cordolature stradali
- sistemazione e/o ripristino dei tombini e attraversamenti stradali necessari per la raccolta e lo smaltimento delle acque piovane, ovvero per dare una corretta regimazione idraulica alla piattaforma stradale
- rifacimento e/o adeguamento della segnaletica stradale (orizzontale, verticale e complementare)
- ripristino e/o adeguamento delle barriere stradali sia bordo rilevato che bordo ponte
- lavori di ripristino e miglioramento alle strutture portanti delle opere d'arte quali, ponticelli, ponti e viadotti

- sostituzione e/o adeguamento dei giunti trasversali posti a livello o di sotto pavimentazione nelle opere d'arte di attraversamento

Inoltre nel presente Accordo Quadro, se il corpo stradale, oggetto di intervento, risulta strutturalmente instabile a causa di problemi idraulici o geomorfologici, ovvero si è nel caso di **dissesti idro-geologici**, gli interventi devono considerare la predisposizione di appositi sistemi di drenaggio superficiali e/o profondi (es.. trincee drenanti, pozzi drenanti, dreni suborizzontali, ecc….), opere di contenimento rigide (es.: muri in c.a. o pali trivellati in c.a, ecc…...) e/o flessibili (es.: gabbionate, terre armate, palizzate in legno ecc….).
Gli interventi con fresatura parziale devono prevedere la sigillatura delle eventuali fessure sottostanti prima della stesa del nuovo materiale. Nel caso di ricopertura si dovrà prevedere, oltre alla saturazione delle fessure sottostanti, la risagomatura della pavimentazione sottostante con idonea stesa di conglomerati bituminosi.

II Parte – Prescrizioni tecniche

CAPO II

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

MODO DI ESECUZIONE ED ORDINE DA TENERSI DEI LAVORI

Art. 1 - **Premessa**

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità, rispondenti alle norme del D.P.R. 21/4/93 n.246 (Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE) sui prodotti da costruzione e corrispondere a quanto stabilito nel presente capitolato speciale; ove esso non preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme U.N.I., le norme C.E.I., le norme C.N.R. e le norme stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto dell'ANAS pubblicato dalla MB&M di Roma nel 1993, le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo dell'elenco.

La Direzione lavori ha la facoltà di richiedere la presentazione del campionario di quei materiali che riterrà opportuno, e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che vengano approvvigionati in cantiere.

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

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Quando la Direzione lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente da cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

Le opere verranno eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione dell'Amministrazione appaltante, o dalle disposizioni che verranno ordinate volta a volta dalla Direzione dei lavori.

Resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

L'utilizzo, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale finito rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione lavori.

Tutte le seguenti prescrizioni tecniche valgono salvo diversa o ulteriore indicazione più restrittiva espressa nell'elenco prezzi di ogni singola lavorazione, oppure riportate sugli altri elaborati progettuali.

Tutte le seguenti prescrizioni tecniche valgono salvo diversa o ulteriore indicazione più restrittiva espressa nell'elenco prezzi di ogni singola lavorazione, oppure riportate sugli altri elaborati progettuali.

Tutti i materiali devono tenere conto delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali contenute nei criteri ambientali minimi (CAM) di cui al D.M. 5 agosto 2024 n. 279 emanato dal Ministero della Transizione Ecologica.

Art. 2 – **Provenienza e qualità dei materiali**

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere dovranno provenire da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti tecnici di seguito riportati.

A) ACQUA

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

B) CALCE

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione e prove di cui alle norme vigenti riportate nella norma UNI EN 459-1.

C) POZZOLANE

Le pozzolane provengono dalla disgregazione di tufi vulcanici. Le calci aeree grasse impastate con pozzolane danno malte capaci di indurire anche sott'acqua. Le pozzolane e i materiali a comportamento pozzolanico dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportate nella norma UNI EN 196-5.

D) LEGANTI IDRAULICI

Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni e requisiti di accettazione di cui alla norma UNI EN 13282. Essi dovranno essere conservati in depositi coperti e riparati dall'umidità.

E) GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA (AGGREGATI LAPIDEI – INERTI)

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi, ai sensi D.M. 14/01/2008, dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose e di gesso, in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

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

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

L'Impresa dovrà garantire la regolarità delle caratteristiche della granulometria per ogni getto sulla scorta delle indicazioni riportate sugli elaborati progettuali o dagli ordinativi della Direzione lavori.

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi da impiegarsi per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme UNI EN 13043:2002/AC:2004.

Per la caratterizzazione del materiale rispetto all'impiego valgono i criteri di massima riportati all'art. 7 delle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n.4/1953. I metodi da seguire per il prelevamento di aggregati, per ottenere dei campioni rappresentativi del materiale in esame occorre fare riferimento alle norme UNI EN 13043.

Gli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastrutture stradali dovranno essere costituiti da elementi sani, tenaci, non gelivi, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nella norma UNI EN 13043.

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

Per la realizzazione di rilevati, sottofondi e fondazioni legate e non legate si deve fare riferimento a UNI EN 13242:2002 A1:2007.

F) CUBETTI DI PIETRA, PIETRINI IN CEMENTO E MASSELLI IN CALCESTRUZZO

I cubetti di pietra dovranno rispondere alla norma UNI EN 1342. I pietrini in cemento dovranno corrispondere alle norme UNI 2623-44 e seguenti.

I pavimenti in masselli di calcestruzzo risponderanno alle norme UNI EN 1338 E UNI EN 11241.

G) ELEMENTI DI LATERIZIO

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

I laterizi da impiegarsi nelle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche dovranno rispondere alle caratteristiche di cui al DM 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative. Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055. È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018 a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui alle citate norme.

Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue:

fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali", l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, UNI EN 480 (varie parti).

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative.
Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13055-1.
Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio

H) MATERIALI FERROSI

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

In particolare per gli acciai per opere in cemento armato, cemento armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dal D.M. 14/01/2008. La Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddetta disposizione di legge.

I) LEGNAMI

I legnami, da impiegare in opere stabili e provvisorie, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni riportate dal D.M. 14/01/2008.

J) BITUMI.

Le caratteristiche per l'accettazione dei bitumi per usi stradali secondo le norme UNI EN 12591 e UNI/TR 11361 sono riportate nella seguente tabella:

Gradazione del bitume	**20/30**	**35/70**	**50/70**	**70/100**	**160/220**
Penetrazione a 25 °C [dmm]	20-30	35-50	50-70	70-100	160-220
Punto di rammollimento (palla-anello) [°C]	55/63	50/58	46/54	43/51	35/43
Punto di rottura Fraas [max °C]		≤-5	≤-8	≤-10	≤-15
Solubilità in CS_2 [min %]	≥99,0	≥99,0	≥99,0	≥99,0	≥99,0
Variazione della massa (valore assoluto) [%]	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,8	≤1,0
Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità: valore min espresso in % di quello del bitume originario	≥55	≥53	≥50	≥46	≥37
Variazione del punto di rammollimento [°C]	≤10	≤11	≤11	≤11	≤12
Punto di infiammabilità	≥240	≥240	≥230	≥230	≥220

La Direzione dei lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà le campionature di bitume, operazione necessaria per fornire un campione rappresentativo del bitume in esame, secondo la norma UNI EN 58 "Campionamento dei leganti bituminosi".

K) BITUMI LIQUIDI

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui al fascicolo n. 7 del C.N.R., edizione 1957.

L) EMULSIONI BITUMINOSE

Emulsioni cationiche (acide)

La norma UNI/TR 11362 e UNI EN 13308:2005 indica le linee guida delle specifiche per emulsioni bituminose cationiche devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

	Requisiti tecnici	Metodi di prova	Classi prestazionali							
			Classe 2	**Classe 3**	**Classe 4**	**Classe 5**	**Classe 6**	**Classe 7**	**Classe 8**	**Classe 9**
a	Indice di rottura	UNI EN 13075-1	<80	50-100	70-130	120-180	170-230	>220		
b	Contenuto di legante (Per contenuto in acqua), % in massa	UNI EN 1428	38-42	48-52	53-57	58-62	63-67	65-69	67-71	>71
c	Contenuto di legante recuperato (residuo della distillazione), % in massa	UNI EN 1431	>38	>48	>53	>58	>63	>65	>67	>71
d	Contenuto di olio distillato, % in massa	UNI EN 1431	<2,0	<3,0	<5,0	<8,0	<10,0	5-15	>15	
e	Tempo di efflusso 2 mm a 40 °C	UNI EN 12846	<20	15-45	35-80	70-130				
f	Tempo di efflusso 2 mm a 40 °C	UNI EN 12846					10-45	30-70	50-100	
g	Staccio da 0,5 mm, % in massa	UNI EN 1429	<0,1	<0,2	<0,5					
h	Staccio da 0,16 mm, % in massa	UNI EN 1429	<0,25	<0,5						
i	Tendenza alla sedimentazione (7 gg di stoccaggio)	UNI EN 12847	<5	<10						
l	Adesività , % di recupero	UNI EN 13614	>75	>90						
m	Penetrazione a 25 °C, dmm	UNI EN 1426	<50	<110	<150	<220	≤300	>300		
n	Punto di rammollimento (palla-anello), °C	UNI EN 1427	>55	>50	>43	>39	>35	≤35		

Per le mani di ancoraggio, da effettuare prima della stesa di successivi strati in conglomerato bituminoso, sono da preferire le emulsioni di classi 2÷4 salvo diversa indicazione della voce della lavorazione sull'elenco prezzi o da differente ordinativo della Direzione lavori.

M) BITUMI MODIFICATI

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

Bitumi modificati – UNI EN 14023

	Norma EN	Unità di misura	Classi dei bitumi modificati							
			Classe 2	**Classe 3**	**Classe 4**	**Classe 5**	**Classe 6**	**Classe 7**	**Classe 8**	**Classe 9**
CARATTERISTICHE OBLIGATORIE										
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	10-40	25-55	45-80	40-100	65-105	75-130	90-150	120-200
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C min	≥80	≥75	≥70	≥65	≥60	≥55	≥50	≥45
Coesione	UNI EN 13703	J/cm^2 min	≥3 a +5°C	≥2 a +5°C	≥1 a +5°C	≥2 a 0°C	≥2 a +10°C	≥3 a +10°C	≥0,5 a +15°C	≥2 a +15°C
Punto di infiammabilità	UNI EN ISO 2592	°C min	≥250	≥235	≥220					

N) EMULSIONI BITUMINOSE ACIDE MODIFICATE

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

Caratteristiche	Norme di riferimento	Valori
Contenuto di acqua (% in peso)	UNI EN 1428	< 35
Contenuto di bitume (% in peso)	UNI EN 1431	> 65
Contenuto di flussante (% in peso)	UNI EN 1431	< 2
Velocità di rottura demulsiva (% in peso)	ASTM D 244-72	> 50
Omogeneità (% in peso)	ASTM D 244-72	< 0,2
Sedimentazione a 5 gg (% in peso)	UNI EN 12847	< 5
Viscosità Engler a 20 °C (°E)	UNI EN 20048	> 15
Grado di acidità (pH)	UNI EN 12850	< 7

O) ADDITIVI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.
Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.
L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo, anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).
L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.
La presenza e il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

P) AGGREGATO PER CONGLOMERATI BITUMINOSI

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti previsti al variare del tipo di strada. La seguente tabella si riferisce alle strade urbane di quartiere e locali.

Trattenuto al crivello uni n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	U.M.	Base	Binder	Usura
Los Angeles[1]	uni en 1097-2	%	≤40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida[1]	uni en 1097-1	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	cnr b.u. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	cnr b.u. n. 80/1980	%	≤ 30	≤ 30	≤30
Spogliamento	cnr b.u. n. 138/1992	%	≤ 5	≤5	0
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980	%	≤ 2	≤2	≤2
Indice appiattimento	cnr b.u. n. 95/1984	%	-	≤ 35	≤30
Porosità	cnr b.u. n. 65/1978	%	-	≤1,5	≤1,5
cla	cnr b.u. n. 140/1992	%	-	-	≥40
[1] Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Nello strato di usura, la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con cla ≥ 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido, si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) a elevata rugosità superficiale (cla ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% e il 30% del totale, a eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% e il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione. A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere determinate caratteristiche relative ai parametri qui riportati:

Parametro	Normativa
Equivalente in sabbia	uni en 933-8
Indice plasticità	uni cen iso /ts 17892-12
Limite liquido	uni cen iso /ts 17892-12
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980
Quantità di frantumato	cnr b.u. n. 109/1985

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10%, qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di cla ≥ 42.
Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella valida per tutte le strade.

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura
Spogliamento	cnr b.u. n. 138/1992	%	≤ 5
Passante allo 0,18	cnr b.u. n. 23/1971	%	100
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980	%	≥80
Indice plasticità	uni cen iso /TS 17892-12	-	N.P.
Vuoti Rigden	cnr b.u. n. 123/1988	%	30-45
Stiffening Power Rapporto	cnr b.u. n. 122/1988	DPA	≥5
filler/bitumen = 1,5			

Gli aggregati impiegati devono essere qualificati in conformita al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovra essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformita all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13242.
Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella successiva. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati di seguito.

				Usura		
Serie crivelli e setacci uni		Base	Binder	A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80-100	-	-	-	-
Crivello	25	70-95	100	100	-	-
Crivello	15	45-70	65-85	90-100	100	-
Crivello	10	35-60	55-75	70-90	70-90	100
Crivello	5	25-50	35-55	40-55	40-60	45-65

Setaccio	2	20-35	25-38	25-38	25-38	28- 45
Setaccio	0,4	6-20	10-20	11-20	11-20	13-25
Setaccio	0,18	4-14	5-15	8-15	8-15	8-15
Setaccio	0,075	4-8	4-8	6-10	6-10	6-10
% di bitume		4,0-5,0	4,5-5,5	4,8-5,8	5,0-6, 0	5,2-6,2

Per i tappeti di usura, il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3-4 cm, e il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.
La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall. Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura sono riportate nelle seguenti tabelle.

Metodo volumetrico	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150		
Risultati richiesti	-	-	-	-
Vuoti a 10 rotazioni	%	10-14	10-14	10-14
Vuoti a 100 rotazioni[1]	%	3-5	3-5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C[2]	N/mm^2	-	-	0,6-0,9
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C[2]	N/mm^2	-	-	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25 °C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤5	≤ 25	≤ 25

[1] La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria verrà indicata nel seguito con D_G.
[2] Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria.
[3] Coefficiente di trazione indiretta: cti =π/2 *DRt/Dc*
dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
Dc = deformazione a rottura
Rt = resistenza a trazione indiretta.

Metodo Marshall	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi per faccia			
Risultati richiesti	-	-	-	-
Stabilità Marshall	kN	8	10	11
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui[1]	%	4-7	4-6	3-6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	-	-	0,7-1
Coefficiente di trazione indiretta 25 °C	N/mm^2	-	-	> 70

[1] La densità Marshall viene indicata nel seguito con D_M.

L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.
Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'impresa deve attenervisi rigorosamente.
Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder e usura. Sono ammessi

scostamenti dell'aggregato fine (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in ± 1,5.
Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25.

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di caratteristiche idonee, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
L'impianto deve, comunque, garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme, fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso, è necessario preparare la superficie di stesa, allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome, rispettivamente, di mano di ancoraggio e mano d'attacco.
Per mano di ancoraggio si intende un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso. Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica applicata con un dosaggio di bitume residuo pari ad almeno 1 kg/m2, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	Positiva
Contenuto di acqua (%) peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	55±2
Flussante (%)	cnr b.u n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u n. 102/1984	°E2-6	
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u n. 35/73	°C	30±5

Per mano d'attacco si intende un'emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione all'interfaccia.
Le caratteristiche e il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.
Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m2, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella che segue.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	Positiva	Positiva
Contenuto di acqua (%) peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	60±2	65±2
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso	-	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	< 100	< 100
Punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente, deve utilizzarsi un'emulsione bituminosa modificata dosata in modo tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m^2, avente le caratteristiche riportate nella tabella seguente.
Prima della stesa della mano d'attacco, l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	positiva
Contenuto di acqua % peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	70±1
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	50-70
Punto di rammollimento	cnr b.u. n. 35/1973	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino a un massimo del 55% di bitume residuo), a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella tabella precedente.
Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati e a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo astra (metodologia riportata in allegato B) rilasciato dal produttore.

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni, uno dei quali viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. L'altro campione, invece, resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.
Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la quantità di attivante d'adesione; devono, inoltre, essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.
I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (brasiliana).
In mancanza della pressa giratoria, devono essere effettuate prove Marshall:
- peso di volume (dm);
- stabilità e rigidezza (cnr b.u. n. 40/1973);
- percentuale dei vuoti residui (cnr b.u. n. 39/1973);
- resistenza alla trazione indiretta (prova brasiliana, cnr b.u. n. 134/1991).

Dopo la stesa, la direzione dei lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del calcestruzzo e la verifica degli spessori.
Sulle carote devono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) e scartando i valori con spessore in eccesso di oltre il 5% rispetto a quello di progetto.
Per il tappeto di usura dovrà, inoltre, essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo skid tester, secondo la norma cnr b.u. n. 105/1985.

Q) IMPERMEABILIZZAZIONI PER PONTI E VIADOTTI

Impermeabilizzazione in soluzione continua

Premessa:
Questo sistema di impermeabilizzazione dei viadotti consiste nella realizzazione di un pacchetto costituito da bitume modificato con l'interclusione di un tessuto non tessuto in poliestere da filo continuo o da fiocco che protegge il manto stesso dal transito dei mezzi di cantiere durante le fasi costruttive. A lavori ultimati dell'impermeabilizzazione è possibile realizzare lo strato di collegamento (binder) e quello di usura in conglomerato bituminoso. All'atto della stesa del conglomerato bituminoso sul manto impermeabilizzante non si dovrà eseguire la normale mano di attacco con emulsione bituminosa.
I lavori non si dovranno eseguire a temperature inferiori a +10 °C.
Modalità di esecuzione del trattamento:
1. Accurata pulizia della superficie da impermeabilizzare, mediante motosoffiatore e se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione. La superficie si deve presentare asciutta, perfettamente stagionata ed esente da oli.
2. Spargimento di bitume modificato alla temperatura di 200 °C, in ragione di 2,5 Kg/mq mediante autocisterna termica provvista di impianto di riscaldamento e barra di distribuzione automatica.
3. Immediata applicazione del tessuto non tessuto di poliestere, che dovrà essere sovrapposto per 20 cm.
4. Spargimento della seconda mano di bitume modificato in ragione di 2 Kg/mq sempre con autospanditrice con barra automatica di spruzzatura.
5. Spargimento di sabbia indifferentemente di natura calcarea o silicea, di pezzatura non superiore a 3 mm, in ragione di circa 2 Kg/mq.

Tutte le precedenti operazioni, le cautele e le precauzioni, sono a cura e spese dell'Impresa, pertanto si intendono compensate già nel prezzo unitario della lavorazione stabilito in sede di gara.
Caratteristiche del tessuto non tessuto di poliestere:
Dovrà essere privo di collanti o impregnanti e non dovrà aver subito alcun trattamento di termosaldatura. Pertanto il tessuto non tessuto in poliestere dovrà essere del tipo agugliato ottenuto dal solo processo di filatura. Se non diversamente specificato sulla voce dell'elenco prezzi, e salvo diverso ordinativo della Direzione lavori la grammatura del tessuto non tessuto dovrà essere almeno di 150 grammi/mq. Le caratteristiche chimico-fisiche da rispettare sono riportate nella seguente tabella:

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

Caratteristiche del bitume modificato:
Dovrà essere conforme alle prescrizioni riportate di seguito:

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori	
Penetrazione a 25 °C [dmm]	UNI EN 1426	55-65	
Punto di rammollimento [°C]	UNI EN 1427	55-65	
Punto di rottura Fraas [°C]	UNI EN 12593	< -15	
Viscosità dinamica a 80 °C [Pa s]	UNI EN 13302	20÷80	
Viscosità dinamica a 160 °C [Pa s]	UNI EN 13302	0,20÷0,60	
Stabilità allo stoccaggio [°C]	Tuben test	dopo 24 h	< 3
		dopo 7 gg	< 3

R) TUBAZIONI

Tubi di acciaio:
I tubi di acciaio dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra di grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.
Tubi di cemento:
I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisciate. La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaiettino del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.
Tubi di poli-cloruro di vinile (PVC):
I tubi PVC dovranno avere impressi sulle superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circ. Min. Sanità n. 125 del 18 luglio 1967.
Come previsto dalle norme UNI 7441-75, 7443-75, 7445-75, 7447-75 i tubi si distinguono in:
-tipo 311, per fluidi non alimentari in pressione, con temperature fino a 60°;
-tipo 312, per liquidi alimentari e acqua potabile in pressione, per temperature fino a 60°;
-tipo 313, per acqua potabile in pressione;
-tipo 301, per acque di scarico e ventilazione nei fabbricati, per temperature max perm. di 50°;
-tipo 302, per acque di scarico, per temperature max perm. di 70°;
-tipo 303/1 (SN2)e 303/2 (SN4), per acque di scarico, interrate, per temperature max perm. di 40°.
Il Direttore dei lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cure e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché, messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.
Tubi di polietilene (PE):
I tubi in PE saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2, 5, 4, 6, 10). Il tipo a bassa densità risponderà alle norme UNI 6462-69 e 6463-69, mentre il tipo ad alta densità risponderà alle norme UNI 711, 7612, 7613, 7615.
Tubi drenanti in PVC:
I tubi drenanti saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle D.I.N. 16961, D.I.N. 1187 e D.I.N. 7748.
I tubi si distinguono nei seguenti tipi:
1) tipo flessibile corrugato a sez. circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di mm 1,3 di larghezza, (d.e. mm da 50 a 200).
2) tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. circolare, fessure di mm 0,8 di larghezza, (d.i. mm da 100 a 250).
3) tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure mm 0,8 di larghezza (d.n. mm da 80 a 300).
Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

S) MATERIALI PER APPLICAZIONI GEOLOGICHE - GEOSINTETICI
Geotessili non tessuti:
Teli realizzati a struttura piana composta da fibre sintetiche “coesionate” mediante agugliatura meccanica o con termosaldatura. In relazione alla lunghezza delle fibre di polipropilene e/o poliestere, i geotessili non tessuti si distinguono a filamento continuo e a filamento non continuo (a fiocco). Tali materiali saranno posti in opera per l’esecuzione di drenaggi, come separatori o elementi di rinforzo. Per l’applicazione di drenaggi, devono usare i geotessili non tessuti a filo continuo e devono avere i seguenti requisiti: peso unitario di almeno 110 g/mq, permeabilità di circa 300 l/mq/s e diametro di filtrazione 0,235 mm a secco e 0,15 mm umido, salvo diversa

prescrizione o indicativo della Direzione lavori. Per tutti gli altri impieghi si dovranno utilizzare geotessili non tessuti, con caratteristiche funzionali adatti alla particolare situazione dell'applicazione, previa autorizzazione della Direzione lavori. Per determinare peso e spessore si farà riferimento le norme di cui ai B.U. - C.N.R. n. 110 del 23/12/1985 e n. 111 del 24/11/1985, e le norme UNI 4818, 5114, 511, 5121, 5419 , UNI 8279/1-16 ediz. 1981-87, UNI 8639-84, 8727-85, 8986-87.

Geotessili tessuti:

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

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

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Massa aerica (EN 965)	(g/mq)	
Resistenza a trazione (EN ISO 10319)	(kN/m)	
Deformazione al carico massimo (EN ISO 10319)	(%)	
Resistenza al punzonamento statico (EN ISO 12236)	(kN)	
Permeabilità su battente idraulico di 10 cm	(l/mq/s)	
Apertura di filtrazione (EN ISO 12956)	(µm)	

Georeti:

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

Biotessili:

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

Biostuie:

Sono costituite da fibre naturali quali paglia, cocco, sisal ecc…, in genere contenute tra reti di materiale sintetico (polipropilene o poliammide) o naturale (juta). La loro applicazione consiste esclusivamente in quella di rivestimento superficiale dall'erosione durante la fase di inerbimento delle scarpate stradali.

Geostuoie:

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

Geocompositi per il drenaggio:

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

Geogriglie:

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

Sono così classificabili:

a) estruse: strutture piane realizzate con materiali polimerici (polietilene ad alta densità o polipropilene) mediante processo di estrusione e stiratura, che può essere svolto in una sola direzione (geogriglie monodirezionali) o nelle due direzioni principali (bidirezionali);

b) tessute: strutture piane a forma di rete realizzate mediante la tessitura di fibre sintetiche su vari tipi di telai, eventualmente ricoperte da un ulteriore strato protettivo (PVC o altro materiale plastico);

c) a sovrapposizione: sono realizzate mediante la sovrapposizione e successiva saldatura di geonastri costituiti da un nucleo in poliestere ad alta tenacità rivestito con guani protettiva in polietilene.

La gogriglia dovrà essere completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi e stabilizzato ai raggi UV. Il materiale fornito dovrà essere certificato secondo le norme ISO 9002 e dovranno essere note le curve sforzo/deformazione nel tempo sino ai 120 anni. Le caratteristiche minime di seguito riportate dovranno essere certificate dall'Appaltatore:

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

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Massa aerica (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	[%]	

Geocelle:

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

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

Art. 3 – **Accettazione, qualità ed impiego dei materiali – Certificazioni di conformità**

1. Per la verifica di ogni criterio ambientale di cui al DM n° 279 del 5 agosto 2024, l'appaltatore deve accertarsi della rispondenza ai CAM secondo quanto riportato nella "Relazione CAM" e nel presente capitolato speciale d'appalto;

2. In riferimento al capitolo "2.3 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione", nella PARTE 2 - CAPO 3 QUALITA' DEI MATERIALI del presente capitolato, sono riportate le specifiche e i relativi mezzi di prova. Se non diversamente specificati si intendono si applicano mezzi di prova e verifiche di cui ai commi che seguono.

3. Per i prodotti da costruzione dotati di norma armonizzata, devono essere rese le dichiarazioni di prestazione (DoP) in accordo con il regolamento prodotti da costruzione 9 marzo 2011, n. 305 ed il decreto legislativo 16 giugno 2017 n. 106.

4. Ove venga richiesto un determinato quantitativo minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, si intende un contenuto di, alternativamente o cumulativamente, materie recuperate, riciclate o sottoprodotti, di almeno il x% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Di conseguenza, la percentuale minima richiesta può essere raggiunta con l'apporto delle tre frazioni citate, ove non diversamente prescritto nello specifico criterio, ossia materia recuperata, riciclata, sottoprodotti.

5. Si rammenta che il sottoprodotto, così come definito all'art. 184 bis del decreto legislativo n. 152 del 2006, può derivare da scarti e sfridi di lavorazione ad uso interno allo stesso processo produttivo che li ha generati, o da scarti e sfridi di lavorazione generati da altri processi produttivi oppure da processi di simbiosi industriale.

6. Gli aggregati naturali ottenuti dalla lavorazione di terre e rocce da scavo gestite come sottoprodotto secondo il DPR 120/2017 sono compresi nella categoria di materiale qualificato come sottoprodotto. La Relazione CAM esplicita la gerarchia di valutazione delle singole categorie di materiale (riciclato - recuperato - sottoprodotto), tenuto conto del contesto in cui è inserita l'opera.

7. Per quanto riguarda le certificazioni del valore percentuale richiesto, il requisito è dimostrato tramite una delle opzioni di seguito elencate:

a) Una dichiarazione ambientale di Prodotto (DAP o, in inglese, Environmental Product Declarations o EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, verificata da parte di un organismo di verifica e validazione accreditato in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17029 e UNI EN ISO 14065 per lo specifico schema, come ad esempio EPDItaly© o schema internazionale EPD© e che riporti la percentuale di contenuto di materiale riciclato, recuperato, o sottoprodotto, nel paragrafo "informazione ambientale aggiuntiva" della dichiarazione. In tale paragrafo è dichiarato che il valore percentuale è determinato con un metodo di calcolo basato sulla tracciabilità dei flussi fisici di materia per lo specifico prodotto, equivalente a quello di uno degli altri schemi di certificazione di cui ai punti successivi di questo paragrafo. I mezzi di prova del contenuto di materiale riciclato, recuperato, o sottoprodotto, dei materiali componenti il prodotto, sono quelli ammessi dagli schemi di cui ai punti successivi di questo paragrafo. Il valore percentuale, il metodo di calcolo e i mezzi di prova, sono oggetto di verifica da parte dell'organismo di verifica e validazione;
b) certificazione di prodotto "REMADE®" o "ReMade in Italy®";
c) certificazione di prodotto per il rilascio del marchio "Plastica seconda vita";
d) per i prodotti in PVC è possibile fare ricorso, oltre alle certificazioni di cui ai punti precedenti, anche al marchio VinylPlus Product Label;
e) una certificazione di prodotto basata sul bilancio di massa emessa da un organismo di valutazione della conformità accreditato da un ente di Accreditamento firmatario degli accordi EA/IAF MLA per lo specifico schema, quale, ad esempio la CP DOC 262;

f) una certificazione di prodotto, rilasciata, da un organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti", qualora il materiale rientri nel campo di applicazione di tale prassi. Si evidenzia che tale prassi non è applicabile ai materiali plastici;
g) una certificazione Made green in Italy (MGI) verificata da parte di un organismo di verifica o validazione accreditato in conformità alla norma ISO 17029 e ISO 14065 per lo specifico schema, che nella DIAP riporti, quale informazione ambientale aggiuntiva, la percentuale di contenuto di materiale riciclato, recuperato, o sottoprodotto.

Per i prodotti di legno o a base legno, in riferimento al criterio "2.3.5 Prodotti di legno o a base legno", inoltre:

- Il certificato di prodotto deve riportare il numero identificativo, il nome del prodotto certificato, la data di scadenza, i valori percentuali delle singole frazioni presenti nel prodotto. In particolare, per quanto riguarda i sottoprodotti è fatta distinzione tra sottoprodotto interno ed esterno.
- Per quanto riguarda i materiali plastici, questi possono anche derivare da biomassa, conforme alla norma tecnica UNI EN 16640. Le plastiche a base biologica consentite sono quelle la cui materia prima sia derivante da una attività di recupero o sia un sottoprodotto generato da altri processi produttivi.

Sono fatte salve le certificazioni di prodotto rilasciate fino alla data di entrata in vigore del presente documento e fino alla scadenza delle stesse; Sono fatte salve le asserzioni ambientali auto-dichiarate, conformi alla norma UNI EN ISO 14021, validate da un organismo di valutazione della conformità, in data antecedente al 4 dicembre 2022 e fino alla scadenza della convalida stessa. Se nell'autodichiarazione non è esplicitata la scadenza, la validità è di un anno a partire dalla data di emissione, ai fini della verifica dei criteri contenuti nel presente documento.
Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori con le seguenti modalità a mezzo PEC all'ufficio di direzione lavori.

8. La verifica dei criteri ambientali da parte della stazione appaltante avviene, nel rispetto delle indicazioni di cui all'allegato II.14 al codice dei contratti pubblici, in corso di esecuzione dei lavori, da parte della Direzione Lavori. Tale verifica ha per oggetto la conformità dei lavori eseguiti alle specifiche tecniche progettuali di cui ai capitoli "2.3 Specifiche tecniche progettuali per l'affidamento del servizio di progettazione di infrastrutture stradali", "2.5 Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere", della conformità dei prodotti da costruzione alle specifiche tecniche di cui al capitolo "2.4 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione" e della corretta esecuzione delle clausole contrattuali di cui al paragrafo "3.1 Clausole contrattuali per le gare di lavori di infrastrutture stradali", sulla base dei rapporti di prova, certificazioni e altri mezzi di prova indicati alla voce "verifica". La Direzione Lavori verifica, inoltre, la corretta esecuzione dei lavori eseguiti in applicazione dei criteri premianti, di cui al capitolo "3.2 Criteri premianti per l'affidamento dei lavori di infrastrutture stradali".

9. Restano valide le disposizioni di cui al criterio "1.3.5 Verifica dei criteri ambientali minimi" del DM n. 279 del 5 agosto 2024.

I materiali devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato d'appalto, essere della migliore qualità, conformi ai criteri ambientali minimi (CAM), di cui al DM n° 279 del 5 agosto 2024 e rispetto dei vincoli del principio DNSH di cui al regolamento (UE) 2020/852 . Gli stessi possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione degli stessi da parte del direttore dei lavori.

I materiali previsti dal progetto sono campionati e sottoposti all'approvazione del direttore dei lavori, completi delle schede tecniche di riferimento e di tutte le certificazioni in grado di giustificarne le prestazioni, con congruo anticipo rispetto alla messa in opera.

Il direttore dei lavori o l'organo di collaudo dispongono prove o analisi ulteriori rispetto a quelle previste dalla legge o dal presente capitolato speciale d'appalto finalizzate a stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e ritenute necessarie dalla stazione appaltante, con spese a carico dell'esecutore.

Il direttore dei lavori verifica altresì il rispetto delle norme in tema di sostenibilità ambientale, tra cui le modalità poste in atto dall'esecutore in merito al riuso di materiali di scavo e al riciclo entro lo stesso confine di cantiere.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque momento i materiali deperiti dopo l'introduzione nel cantiere, o che, per qualsiasi causa, non siano conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In tal caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, l'Amministrazione può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore medesimo, a carico del quale resta anche qualsiasi danno che potesse derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni al Laboratorio prove ed analisi debitamente riconosciuto.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio tecnico o sedi distaccate dell'Amministrazione appaltante, numerandoli di sigilli e firma del Direttore dei lavori (o dal suo assistente di cantiere) e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

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

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

l'Impresa appaltatrice delle relative forniture si dovrà attenere alle specifiche riportate sulle Circolari del Ministero dei LL.PP. del 16/5/96 n.2357, 27/12/96 n.5923, 9/6/97 n.3107 e del 17/6/98 n. 3652 nei riguardi della presentazione della dichiarazione di impegno o di conformità o certificazione di conformità sia all'atto dell'offerta che all'aggiudicazione dei lavori.

Per i prodotti per i quali sono state emanate le disposizioni attuative che consentono l'apposizione del marchio di conformità CE o laddove sia prevista una procedura di omologazione/approvazione dello stesso che sostituisce la certificazione di conformità.

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

Art. 4 – **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. 5 - **Scavi e rialzi in genere**

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare i fosso, 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 dei 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, 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 secondo la norma UNI EN 13242 e classificate secondo le norme AASHTO vedi norma UNI 10006.
Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con 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. 6 – **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 rinvengono terreni appartenenti ai gruppi A_1, A_2 e A_3 (classifica AASHTO) 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 A_4, A_5, A_6 e A_7 (classifica AASHTO), 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 A_1, A_2 e A_3.
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 rende necessario si dovrà compattare anche il fondo mediante rulli a piedi di montone.

Qualora si rivengano 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.
E' 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 discarico 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 AASHTO;
- 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 Me (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 Me pari a :

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

dove si ha:

- fo : 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 Me 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. 7 – **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 AASHTO) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A_4, A_5, A_7 e A_8 (classifica AASHTO) 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 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/mm^2, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm^2.

Art. 8 – **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

AASHTO), 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 A_4, A_5, A_6 e A_7 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 autorizzazione 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. E' 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 m^3.
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 innaffiamento 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/mm^2 non dovrà essere inferiore a 50 N/mm^2.

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 prescritte e previste 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 ricarico, 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 sovrapposta nei bordi per almeno cm 40, le caratteristiche saranno conformi alle prescrizioni riportate dall'elenco prezzi o dalle indicazioni del presenta Capitolato Speciale.

Art. 9 – **Scavi di sbancamento**

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

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

Appartengono inoltre alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi a larga sezione eseguiti sotto il piano di campagna per apertura della sede stradale, scavi per tratti di strada in trincea, per formazione di cassonetti, per lavori di spianamento del terreno, per il taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, scavi per le demolizioni delle normali sovrastrutture tipo pavimentazioni stradali, di splateamento e quelli per

allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

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

Art. 10 – **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. 14/01/2008 §6.8.6).

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 ad anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norme essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti armatura 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 realizzati previo 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, semprechè non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò 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 aggottamenti, salvo i danni riconosciuti di forza maggiore.

Art. 11 – **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 alla norma C.N.R. – B.U. n. 36 del 21/01/1973 integralmente e alle norme UNI EN 459-1 e UNI EN 14227-11 per le parti non in contrasto con la prima.

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 A_6 ed A_7 di cui alla norma AASHTO). 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 nella norma UNI EN 459-1.
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 sottoporlo alla sua approvazione, tutte quelle prove di prequalificazioni 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. (UNI EN 13286-47), 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 idratata
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 alla norma UNI EN 13286-47, 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.

e) 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 cosidetto "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 e 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 miscelatore 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 operazione 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.

f) 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/cm2)(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.

Art. 12 – **Utilizzo di terre e rocce derivanti da operazioni di scavo**

a) Premessa

Per la corretta gestione delle terre e rocce da scavo, anche di gallerie si fa riferimento alla Delibera di Giunta Regionale n. 884 del 20/06/2011 L.R. n.24/2009 art. 2 comma 1 lett. e) – "Approvazione linee guida ed indicazioni operative per l'utilizzo di terre e rocce derivanti da operazioni di scavo ai sensi dell'art. 186 del D.L. n°152 del 03/04/2006".

b) Presupposti per l'utilizzo

Le terre e le rocce da scavo:

- non devono provenire dall'interno della pavimentazione di siti contaminati inseriti nella relativa anagrafe regionale anche se già sottoposti ad interventi di bonifica;
- devono garantire, fin dalla fase di produzione, il rispetto dei requisiti di qualità ambientale specificati in seguito;
- per il loro utilizzo, non devono richiedere la necessità di preventivo trattamento o trasformazione preliminare, inclusa la miscelazione se ha come effetto la diluizione di inquinanti, per soddisfare i requisiti di qualità ambientale. Non sono considerate operazioni di preventivo trattamento o di trasformazione preliminare la riduzione volumetrica, la macinatura, la vagliatura e la stabilizzazione geotecniche del materiale, a condizione che siano sempre verificati e rispettati i requisiti di qualità ambientale e merceologici;
- non devono contenere elementi estranei alle terre e rocce da scavo, quali, ad esempio, rifiuti o materiali derivanti da operazioni di demolizione.

c) Modalità di utilizzo

Sono consentiti i seguenti utilizzi, ogni altro escluso:
- nei processi industriali, in sostituzione dei materiali da cava;
- per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati in interventi di miglioramento ambientale di siti anche non degradati.

d) Requisiti di qualità ambientale

Deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non sia contaminato, con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, e che detto materiale sia compatibile con il sito di destinazione. In particolare l'utilizzo di terre e rocce da scavo come sottoprodotti è consentito esclusivamente nel rispetto dei seguenti criteri:
- ai fini dell'utilizzo in processi industriali in sostituzione dei materiali da cava, le terre e le rocce da scavo devono avere composizione compatibile con i valori della colonna A; altrimenti possono essere utilizzati negli impianti industriali nei quali le loro caratteristiche fisiche e chimiche vengono sostanzialmente modificate nell'ambito del processo produttivo per la realizzazione di prodotti o manufatti merceologicamente ben distinti dalle terre e rocce di partenza o da loro frazioni comunque nel rispetto delle norme tecniche di settore;
- ai fini dell'utilizzo per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati in interventi di miglioramento ambientale di siti anche non degradati.

  Se la destinazione d'uso del sito ove è previsto il reimpiego corrisponde a verde pubblico, verde privato ovvero zona residenziale o agricola è ammesso l'utilizzo di terre e rocce da scavo solo se le stesse presentano caratteristiche compatibili con la colonna A.

  Se la destinazione d'uso del sito ove è previsto il reimpiego corrisponde a zona commerciale o industriale, zona per la viabilità o zona per i servizi non a verde, è ammesso l'uso di terre e rocce da scavo con caratteristiche anche non compatibili con la colonna A purché, in ogni caso, nel rispetto dei valori della colonna B.

  In deroga a quanto disposto sopra per le destinazioni d'uso, il reimpiego delle terre e delle rocce con presenza di elementi in concentrazioni superiori a quanto ivi previsto, è ammissibile solo al verificarsi di entrambe queste condizioni:
  - i terreni siano di sicura origine naturale e tale presenza sia dovuta a fenomeni naturali, riconosciuti e certificati a livello locale da un professionista tecnico competente;
  - l'operazione di reimpiego sia effettuata all'interno di aree nelle quali il professionista tecnico competente riconosca e certifichi, la presenza di terreni di analoga composizione mineralogica e geochimica, purché i valori che eccedono i valori limite per la specifica destinazione d'uso non siano superiori ai valori di fondo naturale ivi riconosciuti.

e) Deposito provvisorio

L'eventuale deposito in attesa di utilizzo delle terre e rocce da scavo presso il sito di produzione, o presso aree individuate dall'apposito progetto, non può avere durata superiore ad un anno.

La scadenza sopra indicata non si applica alle terre e rocce da scavo in deposito presso siti di utilizzo nel rispetto del provvedimento urbanistico - edilizio di autorizzazione alla realizzazione delle opere per le quali è previsto l'utilizzo delle stesse.

f) Adempimenti e documentazione

Ai fini dell'utilizzo delle terre e delle rocce da scavo deve essere predisposto un elaborato progettuale formulato in conformità al modello Mod. A e relativi allegati, nelle linee guida n. 884 del 20/06/2011, e si fonda sulla relazione geologica di progetto.

Il progetto è presentato all'autorità competente per i procedimenti: valutazione di impatto ambientale su progetto definitivo; autorizzazione integrata ambientale; concessione edilizia; segnalazione certificata di inizio attività; ovvero viene allegato al progetto e trasmesso per conoscenza ai comuni interessati. Nel caso di lavori pubblici non soggetti a VIA, né a CE, né a SCIA, l'elaborato progettuale deve essere presentato congiuntamente alla domanda di rilascio dei provvedimenti sopra elencati o comunque prima del rilascio degli stessi.

In caso di eventuali variazioni in merito a quanto dichiarato nel modello A, il proponente deve presentare alle autorità competenti per i procedimenti apposita comunicazione sottoscritta dal

progettista, con allegata variante di progettuale, prima di procedere a qualsiasi forma di reimpiego delle terre o rocce.
Qualora si renda necessario modificare l'elaborato progettuale in relazione alle indicazioni del sito di origine o del sito di deposito provvisorio o dell'impianto di reimpiego , anche in assenza di indagini analitiche, la stessa comunicazione va anche trasmessa per conoscenza ai comuni interessati.
Le caratteristiche chimico-fisico delle terre rocce da scavo, dichiarata nel mod. A, devono essere verificate, in accordo con la relazione di progetto debitamente sottoscritta dal professionista incaricato, effettuando le seguenti indagini sui campioni:

- la verifica analitica delle loro caratteristiche chimiche, in riferimento al seguente set di parametri minimi:
  Metalli: Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo, Zinco, Rame, Cromo totale, Idrocarburi C>12, idrocarburi C<12;
  il progettista, sulla base di un modello concettuale del sit, tenuto conto delle eventuali relazioni di carattere geologico, chimico ed agronomico, si assumerà la possibilità di approfondire o meno le indagini rispetto al set di parametri minimi richiesti;
- l'effettuazione del test di cessione eseguito sul tal quale con la metodica prevista dalla norma UNI EN 12457-2, per verificare le interazioni con le acque superficiali e sotterranee. Il progettista, si assume la responsabilità dell'eventuale presenza di altri analiti, specifici del singolo caso, che devono essere soggetti di analisi secondo quanto esplicitamente riportato nell'elaborato progettuale. Il test di cessione non è richiesto per le terre e le rocce da scavo che presentino concentrazioni entro il valori limiti stabiliti nella colonna A.

Nel caso di utilizzo per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati realizzati a beneficio dell'agricoltura, ivi comprese le destinazioni a pascolo o il verde paesaggistico, l'elaborato progettuale è affiancato ad una relazione agronomica, corredata da opportune indagini analitiche, volta a dimostrare l'idoneità del materiale per la formazione e l'uso del suolo agricolo ai fini delle verifica coerenza con le finalità dell'intervento.
In tutti i casi di utilizzo di terre e rocce da scavo, il materiale deve essere accompagnato durante il trasporto da un documento che ne attesti la provenienza e la destinazione: tale documentazione deve essere conservata in originale, fino a 12 mesi successivi al collaudo del lavori, dal D.L. o dal proprietario dell'opera prevista nel sito di utilizzo e, qualora richiesto, deve essere esibita ad ogni organo di controllo.
In ogni caso di produzione o utilizzo delle terre e rocce da scavo, ai fini di una maggiore caratterizzazione ambientale del sito, è comunque fatta salva la più ampia facoltà da parte del professionista incaricato, qualora lo ritenga opportuno, di integrare l'elaborato progettuale mediante specifica indagine di carattere ambientale anche mediante sondaggi preventivi ed analisi dei campioni prelevati.

g) Verifiche finali
Al completamento degli interventi di produzione e di utilizzo di terre e rocce da scavo, il soggetto che ha la disponibilità del sito e dell'impianto di utilizzo deve produrre all'autorità competente, nonché al comune territorialmente competente in relazione al sito di utilizzo, la documentazione atta a mostrare l'effettivo reimpiego dei materiali scavati (mod. D allegato nelle linee guida n. 884 del 20/06/2011).

h) Semplificazioni procedurali
Nel caso di interventi di modesta entità, intesi come quelli che prevedano un volume da scavare non superiore a 200 m^3, non è necessario redigere l'elaborato progettuale, né eseguire o produrre le relative indagini, certificazioni e relazioni, però il proprietario del terreno, o comunque il soggetto che ha la disponibilità del sito di origine, deve presentare al Comune, in sede di acquisizione dei titoli abitativi a carattere urbanistico - edilizio, una dichiarazione a cura del progettista, o comunque di un tecnico competente incaricato, con la quale si attesti che i predetti materiali non provengano da siti contaminati inseriti nella relativa anagrafe regionale ancorché sottoposti ad interventi di bonifica, né da siti potenzialmente contaminati o interessati d procedure di bonifiche, né da aree di

potenziale contaminazione. Nel caso di terre e rocce da scavo siano prodotte in aree con terreni di sicura origine naturale attestati dal progettista e confermati da specifica relazione tecnica.

Deve inoltre essere dichiarato che le stesse saranno utilizzate solo in aree con fondi naturali analoghi o in aree con destinazione d'uso compatibile con i valori di fondo naturale riconosciuti nel sito di origine.
Nel caso di scavi, movimentazioni o prelievi di terre e rocce connessi con l'esecuzione delle opere e degli interventi di sistemazione idraulica e forestale realizzati da soggetto attuatore pubblico, l'indagine ambientale e l'elaborato progettuale, nonché la documentazione delle verifiche finali, non sono necessari, purché siano soddisfatte entrambe queste condizioni:

- gli scavi non interessano aree comprese nell'anagrafe dei siti da bonificare o nell'elenco dei siti potenzialmente inquinanti o sottoposti a procedure di bonifica e comunque non siano state interessate da attività o eventi di protezione contaminazione ambientale;
- l'autorità competente all'esecuzione delle predette opere o interventi non rilevi autonomamente l'esigenza di attivare specifica indagine ambientale.
  Anche in questo caso deve essere allegato al progetto la dichiarazione con la quale si attesta che le terre e rocce da scavo provengano da aree che non sono state interessate da attività o eventi di potenziale contaminazione ambientale.

Nel caso di scavi connessi con l'esecuzione di opere ed interventi in cui sia certo che il suolo non contaminato e l'altro materiale nel corso dell'attività di costruzione sarà riutilizzato allo stato naturale al solo fine del riempimento nel corso della costruzione della medesima opera o intervento e nello stesso sito in cui è stato scavato, l'indagine ambientale e l'elaborato progettuale previsti, nonché la documentazione delle verifiche finali non sono necessari.

In tal caso il proprietario del terreno, o comunque il soggetto richiedente avente titolo, deve presentare all'autorità competente al rilascio delle eventuali autorizzazioni di carattere ambientale o dei titoli abitativi a carattere urbanistico - edilizio, una dichiarazione a cura del progettista o comunque di un tecnico incaricato, con la quali si attesti che:

- gli scavi non interessano aree comprese nell'anagrafe dei siti da bonificare o nell'elenco dei siti potenzialmente inquinanti o sottoposti a procedure di bonifica e comunque non siano state interessate da attività o eventi di protezione contaminazione ambientale;
- il progettista delle predette opere o interventi, sulla base degli studi geologici e stratigrafici, dell'analisi storica delle attività umane svolte nel sito, della verifica delle fonti di pressione ambientale, non rilevi autonomamente l'esigenza di attivare specifica indagine ambientale.

i)Criteri di accertamento delle caratteristiche di qualità ambientale
In caso d cumuli, le operazioni di campionamento devono essere effettuate con modalità conformi alla norma UNI 10802.
Resta fermo che il numero di campioni potrà essere ulteriormente incrementato in funzione dell'eventuale presenza di eterogeneità litologiche o di utilizzo del sito.
Nel caso di scavi finalizzati alla realizzazione di gallerie naturali, o di grandi scavi in terreni di sicura origine naturale , il numero di campioni deve essere definito nel progetto in funzione delle diverse formazioni geologiche individuate.
Il test di cessione eseguito sul tal quale con la metodica prevista dalla norma UNI EN 12457-2, finalizzato all'accertamento dei requisiti di qualità ambientale, va effettuato tutte le volte che, sulla base dell'elaborato progettuale, si renda necessario valutare la cedibilità di contaminati da parte delle terre e rocce da scavo al fine, in particolare, di salvaguardare le acque sotterranee o superficiali in ossequio alle condizioni in cui alle lettere c), d), ed f) del comma 1 dell'art. 186 del n. 152/2006 e ss.mm.ii..

l)Aree di potenziale contaminazione ambientale
Sono considerate "Aree a potenziale contaminazione" le aree caratterizzate da una delle seguenti condizioni:

- aree che sono già state oggetto della localizzazione e presenza nel passato di impianti ricadenti:
  - nell'allegato A del D.M. 16/05/89 – Criteri e linee guida per la redazione dei Piani Rgionali di Bonifica;
  - nella disciplina del 334/1999 "Attuazione della direttiva 98/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose" e s.m.i.;
  - nella disciplina della Autorizzazione Integrata ambientale di cui alla direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrante dell'inquinamento;
  - nella disciplina della gestione dei rifiuti: impianti di gestione dei rifiuti eserciti in regime di autorizzazione o di comunicazione (procedure semplificate di recupero);
- aree in cui sono o sono stati localizzati impianti con apparecchiature contenenti PCB di cui al D.Lgs. 209/99 e s.m.i., fino a distanza di 10 metri lineari dai contorni dello scavo;
- aree con presenza al momento dello scavo o pregressa, di serbatoi o cisterne interrate, sia dismesse che rimosse che in uso, contenenti, nel passato o al momento dello scavo, idrocarburi o sostanze etichettate pericolose ai sensi della direttiva 67/548/CE e successive modificazioni ed integrazioni, fino ad una distanza massima di 20 m dai contorni dello scavo;
- aree interessate da scarichi di acque reflue industriali, all'interno o ad una distanza massima di 50 m dai contorno dello scavo;
- aree ricomprese nella fascia limitrofa a strade di grande comunicazione, entro 20 m dal piede del rilevato stradale;
- aree che siano state interessate da eventi, anche accidentali, di potenziale contaminazione ambientale.

B) OPERE D'ARTE

Art. 13 – **Palificazioni**

A) PALIFICAZIONE IN LEGNO

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

I pali debbono essere debitamente foggiati a punta ad un capo, e se si stimerà necessario dal Direttore dei lavori, muniti di cuspide 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 è tenuto 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, essere tagliato o asportato e sostituito da altro idoneo, a cura e spese dell'Impresa.

B) PALIFICAZIONE CON PALI IN CEMENTO ARMATO FORMATI FUORI OPERA

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

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.

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)

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 e 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.

E' 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.

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 24/9/97 o dal DM 14/1/08.

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. 14 – **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)

Malta comune	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

Malta di calce idraulica	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

Malta cementizia	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

Malta pozzolanica	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)

Malta bastarda	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. 15 – **Conglomerati cementizi**

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità delle prescrizioni contenute nelle NTC 2018.

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. 16 – **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".
- D.M. 17/01/2018 e Circolare 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP.

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. 17 – **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";
- D.M. 17/01/2018 e Circolare 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP.

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".
- D.M. 17/01/2018 e Circolare 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP.

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. 25/2/1191 n.34233, "Istruzione per l'applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 4/5/1990";
- D.M. 17/01/2018 e Circolare 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP.

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 dovrò 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 degli discostamenti non superiore al 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 al 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 casseformi 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 altri 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 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 disposto, 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 ulteriore 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, previa approvazione della relazione anche da parte 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 (vedere*.:* A.N.A.S.*, Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche, MB&M di Roma, 1993, pagina 43*).

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 nel cap. 11 del D.M. 17/01/2018 e Circolare 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP.

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.

In riferimento alle strutture oggetto del presente appalto si dovrà applicare e fare riferimento alle seguenti normative e prescrizioni:

Norme Tecniche per Costruzioni DM 14/01/2008

Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato	
Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale	
Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza	
UNI EN 206-1	*Calcestruzzo,Specificazione,prestazione,produzione e conformità*
UNI 11104	*Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1*
UNI EN 197-1: 2006	*Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni*
UNI 9156	*Cementi resistenti ai solfati*
ISO 9001:2000	*Sistema di gestione per la qualità. Requisiti*
D.P.R. 246/93	*Marcatura CE aggregati utilizzati per i calcestruzzi*
UNI EN 12620	*Aggregati per calcestruzzo*
UNI 8520 Parte 1 e 2	*Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti*
UNI EN 1008:2003	*Acqua d'impasto per il calcestruzzo*
UNI EN 934-2	*Additivi per calcestruzzo*
UNI EN 450	*Ceneri volanti per calcestruzzo*
UNI-EN 13263 parte 1 e 2	*Fumi di silice per calcestruzzo*
UNI EN 12350-2	*Determinazione dell' abbassamento al cono*
UNI EN 12350-5	*Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse*
UNI EN 12350-7	*Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco*
UNI 7122	*Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata*
UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4	*Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione*
prEN 13791	*Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera*
UNI EN 12504-1	*Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione*
EN 10080 Ed. maggio 2005	*Acciaio per cemento armato*
UNI EN ISO 15630 -1/2	*Acciai per cemento armato: Metodi di prova*
EUROCODICE 2- UNI ENV 1992	*Progettazione delle strutture in c.a.*
UNI ENV 13670-1	*Execution of concrete structures*
UNI 8866	*Disarmanti*

CALCESTRUZZO DESTINATO ALLA REALIZZAZIONE DI STRUTTURE E INFRASTRUTTURE STRADALI IN ZONE A CLIMA TEMPERATO

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture ed infrastrutture stradali in clima temperato, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104), R_{ck} 40N/mm^2, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, D_{max} 32 mm, Cl 0.4

CAMPO DI VALIDITA'

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi in calcestruzzo delle strutture ed infrastrutture stradali che operano in zone a clima temperato ove il ricorso al trattamento con sali disgelanti è limitato a pochi cicli all'anno. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte alle pavimentazioni stradali in calcestruzzo prive di manto bituminoso, alle pile, ai pulvini, alle solette in calcestruzzo di ponti e viadotti, ai tombini di attraversamento, alle strutture di sostegno a lato delle strade, alle cunette per la raccolta delle acque piovane che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.08).

PRESCRIZIONI PER GLI INGREDIENTI UTILIZZATI PER IL CONFEZIONAMENTO DEL CONGLOMERATO

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008
A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2
A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.
A5) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1
A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

PRESCRIZIONI PER IL CALCESTRUZZO

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
B2) Classi di esposizione ambientale: XC4
B3) Rapporto a/c max: 0.50
B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)
B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m^3)
B6) Dosaggio minimo di cemento: 320 Kg/m^3
B7) Aria intrappolata: max. 2,5%
B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

PRESCRIZIONI PER LA STRUTTURA

C1) Copriferro minimo: 40 mm (45 per opere in c.a.p)
C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (R_{ck} minima in opera valutata su carote h/d=1): $C(x/y)_{opera} > 0,85\ C(x/y) \geq 34\ N/mm^2$
C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
In caso di esecuzione dei getti in periodo invernale: Protezione delle superfici casserate e non del getto con pannelli termoisolanti di polistirolo espanso estruso di spessore pari a 50 mm (o con materassini di equivalente resistenza termica) per almeno 10 giorni. Sulle superfici non casserate prima della predisposizione dei materassini termoisolanti coprire la superficie del calcestruzzo fresco con un foglio di polietilene;
C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14/01/2008
C5) Preparazione e posa delle armature secondo la norma EN 13670, Cap. 6 ed Allegato D.

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	≥450 MPa
Limite di rottura f_t	≥540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	≥7%
Rapporto f_t/f_y	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y\ misurato}/ f_{y\ nom}$	≤ 1,25
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico**	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000

* = prove periodiche annuali
** = controllo per colata

CALCESTRUZZO DESTINATO ALLA REALIZZAZIONE DI STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE STRADALI SITUATE IN AREE A CLIMA RIGIDO E SOTTOPOSTE A TRATTAMENTI CON SALI DISGELANTI A BASE DI CLORURO

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture ed infrastrutture stradali in zone a clima rigido sottoposte a trattamento con sali disgelanti a base di cloruro:

- nella classe di esposizione XC4 + XF3 + XD3 (UNI 11104) se esse sono a sviluppo prevalentemente verticale come nel caso delle pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato;

- nella classe di esposizione XC4 + XF4 + XD3 (UNI 11104) se esse sono a sviluppo prevalentemente orizzontale come nel caso delle pavimentazioni stradali, delle rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, dei pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento;

- nella classe di esposizione XC4 + XF3 + XD1 (UNI 11104) per le strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey;

- nella classe di esposizione XC4 + XF4 + XD1 (UNI 11104) per le strutture a sviluppo prevalentemente orizzontale come le zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo,

R_{ck} 40 N/mm^2, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm,
D_{max} 32 mm, aria inglobata 5 ± 1%, Cl 0.4, aggregati non gelivi F2 o MS25

CAMPO DI VALIDITA'

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono relative a strutture ed infrastrutture stradali che sono situate in zona a clima rigido e che, pertanto, durante il periodo invernale sono sottoposte a trattamenti con sali disgelanti per la prevenzione o per la rimozione del ghiaccio dalla sede stradale. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, quindi, sono rivolte a elementi strutturali a sviluppo prevalentemente verticale come nel caso delle pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini di ponti e viadotti in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato. Suddette prescrizioni, inoltre, attengono alle opere a sviluppo prevalentemente orizzontale come nel caso delle pavimentazioni stradali, delle rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, dei pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento. Le prescrizioni della presente scheda possono essere estese alle strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey oltre che alle zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo.

PRESCRIZIONI PER GLI INGREDIENTI UTILIZZATI PER IL CONFEZIONAMENTO DEL CONGLOMERATO

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2

A3.1) Additivo aerante conforme al prospetto 5 della norma UNI-EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2; **Aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI-EN 12620**

A5) Cemento **CEM III o CEM IV** (in alternativa CEM II e cenere volante o fumo di silice in parziale sostituzione) conforme alla norma UNI-EN 197-1
A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

PRESCRIZIONI PER IL CALCESTRUZZO
B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
B2) Classi di esposizione ambientale in accordo alla seguente tabella:

Classe di esposizione	**Struttura o elemento strutturale**
XC4 + XF3 + XD3	pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato
XC4 + XF4 + XD3	pavimentazioni stradali, rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento
XC4 + XF3 + XD1	muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey> 100
XC4 + XF4 + XD1	zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo

B3) Rapporto a/c max: 0.45
B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)
B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m^3)
B6) Dosaggio minimo di cemento: 320 Kg/m^3
B7) Aria inglobata: 5.0 ± 1%
B9) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
B10) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
B11) Classe di consistenza al getto S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
B12) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

PRESCRIZIONI PER LA STRUTTURA
C1) Copriferro minimo in accordo alla tabella che segue:

Classe di esposizione	**Struttura o elemento strutturale**	**Copriferro (mm)**
XC4 + XF3 + XD3	pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato	50/60
XC4 + XF4 + XD3	pavimentazioni stradali, rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento	50/60
XC4 + XF3 + XD1	muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey> 100	40/50
XC4 + XF4 + XD1	zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo	40/50

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (R_{ck} minima in opera valutata su carote h/d=1): $C(x/y)_{opera} > 0,85\ C(x/y) \geq 30$ N/mm2
C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
C4) Acciaio B450C inossidabile conforme al D.M. 14/01/2008 e alla normativa Europea applicabile

Proprietà	**Requisito**
Limite di snervamento f_y	≥450 MPa
Limite di rottura $f_{7\%}$	≥540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	≥7%
Rapporto $f_{7\%}/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$

Art. 18 – **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 vibratori un calcestruzzo avente un Rck ≥ 300 Kg/cm^2 (30 N/mm^2), salvo diverso ordine della Direzione lavori.

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 perfetta 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. 19 – **Armature, centinature, casseforme, opere provvisionali**

Nella realizzazione di tali opere provvisionali, 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 delle 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. 20 – **Costruzione dei volti**

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 assecondi 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.

E' 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.

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 saranno abbassate uniformemente e simultaneamente.

Art. 21 – **Cappe sui volti**

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 connessure 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 più 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 estradossato 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. 22 – **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 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"
- D.M. 17/01/2018 e Circolare 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP.

A) ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO

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

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.

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 TiO2 (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. E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO4) 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

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 viscose 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 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.

D) ZINCATURA

La zincatura se richiesta dalla D.L. o se già prevista dalle voci dell' elenco prezzi, dovrà essere realizzata a caldo secondo le indicazioni riportate nelle norme tecniche UNI 5744.

Art. 23 – **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.

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. 24 – **Acquedotti e tombini tubolari**

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 UNI (Norma UNI EN 6682), con carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mmq 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/mq 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/mq per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.
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 e 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 UNI 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 ± 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 UNI 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. 25 – **Drenaggi e fognature**

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 sinusoide.
L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore di mm 1,2 - con tolleranza UNI (Norme UNI EN 10051) - 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 UNI 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 costituito da barre da 6 metri; con diametro esterno da 120 a 415 mm;
- tubi lisci in PE-AD e prodotti secondo le norme UNI EN 12201-1-2 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.

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 UNI 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. 26 – **Gabbioni metallici zincati e loro riempimento**

I gabbioni a scatola dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI 8018, tessuta con trafilato di avente un diametro di 3,00 mm, a forte zincatura conforme a quanto previsto dalle "*Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione*" – maggio 2006 redatte dal Servizio Tecnico centrale della Presidenza del Consiglio Superiore del Lavori Pubblici.
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 delle Linee guida sopra citate.
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, nonchè 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.

Art. 27 – **Ripristino corticale di strutture portanti in c.a.**

Previa asportazione del materiale ammalorato da eseguirsi nelle zone fortemente degradate, mediante idroscarifica e/o sabbiatura, 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 sabbiatura 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 acque 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 casserature 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 impermeabilizzate 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. 28 – **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 D.L., 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, DI BASE, DI COLLEGAMENTO E DI USURA.
SPLITTMASTIX ASPHALT (SMA).
STRATI DI USURA TIPO ANTI-SKID.
CONGLOMERATI BITUMINOSI A FREDDO.
TRATTAMENTI SUPERFIACIALI.
CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI/RIGENERATI.

Art. 29 – **Premessa**

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni ed ai materiali stradali si fa riferimento alle norme UNI EN 13043, UNI EN 13108-1/8 e UNI EN 12591. 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 rettifilo 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 rettifili 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 solleverà 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. 30 – **Strati di fondazione**

Lo strato di fondazione sarà costituito dalla miscela conforme alle prescrizioni del presente Capitolato e comunque dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori e dovrà essere stesa 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 idonea 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, dovranno tenere conto delle perdite per evaporazione causa vento, sole, calore ed altro. L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.
Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre danni alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.
Qualsiasi zona o parte della fondazione, che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscellata 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

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:

Apertura setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso **Φ max 63 mm**	Miscela passante: % totale in peso **Φ max 31,5 mm**
63	**100**	**100**
31,5	**72 ÷ 100**	**100**
16	**51 ÷ 82**	**73 ÷ 100**

10	**30 ÷ 70**	**50 ÷ 85**
4	**21 ÷ 52**	**33 ÷ 62**
2	**15 ÷ 40**	**25 ÷ 50**
0,5	**9 ÷ 27**	**16 ÷ 32**
0,063	**2 ÷ 14**	**4 ÷ 14**

3) rapporto tra il passante al setaccio 0,063 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 mm 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 (UNI EN 13286-47 – 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. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ± 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento;
7) limite di liquidità ≤25%, limite di plasticità ≥19, indice di plasticità ≤6.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), 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 fontì 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 rifinítura 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/mm^2, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm^2.
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

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.
<u>Inerti:</u>
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 0,063 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:

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
40	**100**
31,5	**82 ÷ 100**
25	**72 ÷ 90**
20	**64 ÷ 82**
10	**40 ÷ 55**
4	**26 ÷ 38**
2	**18 ÷ 30**
0,5	**9 ÷ 19**
0,25	**7 ÷ 15**
0,063	**5 ÷ 9**

3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la norma UNI EN 1097-2, inferiore o uguale al 30%;
4) equivalente in sabbía 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 ± 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 ± 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. (UNI EN 13286-47) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm^3); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.
La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm

allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.
La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e 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/mm^2 e non superiori a 4,5 N/mm^2 ed a trazione secondo la prova «brasiliana» non inferiore a 0,25 N/mm^2. (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di ± 15%, altrimenti 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 m^3 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 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 completamente delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 ÷ 2 Kg/m^2, 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 m^3 di materiale costipato.
La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre ± 20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm^2 per la compressione e 0,25 N/mm^2 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 riscontri 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. 31 – **Strato di base in misto bitumato**

a) Descrizione
Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo la norma UNI EN 13043), 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 nella norma UNI EN 13043.
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 UNI EN 13043, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norma UNI EN 1097-2.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):
L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaie e/o brecce e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:
- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita secondo la norma UNI EN 1097-2, 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 UNI EN 1367-1, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,063, secondo la norma UNI EN 933-1, 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 UNI EN 933-8 superiore a 50%;
- materiale non plastico, secondo la norma UNI EN ISO/TS 17892-12;
- limite liquido (WL), secondo la norma UNI EN ISO/TS 17892-12, 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 0,25: % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0,063: % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

c) Conglomerato di recupero

Per conglomerato di recupero (riciclato) deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita a freddo con apposite macchine.
Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8.
Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al Dmax previsto per la miscela.
Nei conglomerati bituminosi per strati di base la percentuale in peso di materiale riciclato, riferita al totale della miscela degli aggregati, deve essere almeno al 35%.
La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.
L'impiego dei fresati comporta l'impiego di rigeneranti (0,2 – 0,5% in peso sul bitume totale) per il vecchio bitume; tali rigeneranti devono essere approvati dalla DL.

d) Legante bituminoso
Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" norma UNI EN 12591.
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 50/70 nella norma UNI EN 12591.
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: UNI EN 1426; UNI EN 1427; UNI EN 13302; UNI EN 12607-1.

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 : indice di penetrazione = (20 x U – 500 x V) /(U + 50 x 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 UNI EN 58.

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

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
40	**100**
31,5	**83 ÷ 100**
20	**59 ÷ 84**
12,5	**40 ÷ 66**
8	**32 ÷ 57**
4	**24 ÷ 48**
2	**20 ÷ 40**
0,5	**8 ÷ 23**
0,25	**5 ÷ 16**
0,063	**4 ÷ 8**

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

- il valore della stabilità Marshall - Prova UNI EN 12697-34 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 rigidezza 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 UNI EN 12697-34, 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 addittivato con il dope di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova.

I provini per le misure di stabilità e rigidezza 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 UNI EN 12697-5 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma UNI EN 12697-8 – dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e l'8% in volume.

f) 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 ± 5% e di sabbia superiore a ± 3% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di ± 1,5% sulla percentuale di additivo.
Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di ± 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 (UNI EN 12697-5), media di due prove; percentuale di vuoti (UNI EN 12697-8), media di due prove; stabilità e rigidezza 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.

g) 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.

h) Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.
Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.
Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5÷1 Kg/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 di dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.
Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed esportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a **130 °C.**
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese 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 UNI EN 12697-5 su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di almeno 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. 32 – **Strati di collegamento (binder) e di usura**

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 nella norma UNI EN 13043), 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 la norma UNI EN 13043.
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 la norma UNI EN 1097-2.

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 la norma UNI EN 1097-2 ovvero: 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 UNI EN 1367-1, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,063, secondo la norma UNI EN 933-1, non superiore all'1%;
- indice di appiattimento (I_a), secondo la norma UNI EN 933-3, 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 la norma UNI EN 1097-6, 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 la norma UNI EN 1097-2 ovvero: 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/mm^2, 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 la norma UNI EN 1097-3, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo la norma UNI EN 1097-6, inferiore a 0,01*5;*
- 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 0,063 e 4 mm):
L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti della norma UNI EN 13043 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 secondo la norma UNI EN 933-8, 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 secondo la norma UNI EN 933-8, 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 UNI 0,5 mm e per almeno il 65% al setaccio UNI 0,063 mm.
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) Conglomerato di recupero Binder e Usura

Per conglomerato di recupero (riciclato) deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita a freddo con apposite macchine.
Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8.

Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al Dmax previsto per la miscela.
Nei conglomerati bituminosi per strati di binder la percentuale in peso di materiale riciclato, riferita al totale della miscela degli aggregati, deve essere almeno al 30%, mentre per strati di usura deve essere almeno il 15%.

Per lo strato di binder può essere di qualsiasi provenienza mentre per quello di usura va usato solo fresato proveniente da strati di usura aperte o chiuse purché le caratteristiche dell'aggregato grosso siano conformi a quelle previste per gli aggregati di primo impiego.
La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

L'impiego dei fresati comporta l'impiego di rigeneranti (0,2 – 0,5% in peso sul bitume totale) per il vecchio bitume; tali rigeneranti devono essere approvati dalla DL.

d) 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.

e) Miscele

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

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
25	**100**
16	**70 ÷ 100**
12,5	**59 ÷ 91**
8	**43 ÷ 74**
4	**28 ÷ 57**

2	**20 ÷ 45**
0,5	**9 ÷ 28**
0,25	**6 ÷ 19**
0,063	**4 ÷ 7**

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 rigidezza 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 rigidezza, sia per i conglomeratí 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 UNI EN 12697-5 – 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 UNI EN 13036-4) 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 (MTD), secondo la norma UNI EN 13036-1, 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 UNI CEN/TS 15901-6, non inferiore a 0,55.

Le misure di BPN, MTD, 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:

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
16	**100**
12,5	**87 ÷ 100**
8	**61 ÷ 89**

4	**38 ÷ 62**
2	**25 ÷ 45**
0,5	**14 ÷ 27**
0,25	**9 ÷ 19**
0,063	**6 ÷ 10**

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 (UNI EN 12697-34) 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 rigidezza 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 UNI EN 12697-5 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma UNI EN 12697-8 – 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 permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

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

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo «Skid Resistance Tester (secondo la norma UNI EN 13036-4) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C:
  - inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN
  - dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (MTD), secondo la norma UNI EN 13036-1, 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 UNI CEN/TS 15901-6, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN, MTD, 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.

f) 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 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 contradditorio, 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 ≤ 1000 Kg	Iv ≥ 8 %	LA ≥ 20 %

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

g) 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.

h) 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: ± 7 mm,
– strato di usura: ± 5 mm.

i) Attivanti I'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 benestare 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.

l) Additivi rigenerativi/fluidificanti
Gli additivi rigeneranti/fluidificanti sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni in cui si reimpiegano materiali fresati nella produzione di conglomerati bituminosi a caldo.
Essi devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale (vecchio + nuovo).
Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2%-0,5% in peso rispetto al legante totale, secondo indicazioni della DL. A seconda dell'impiego l'additivo può essere disperso nell'acqua o nel legante di aggiunta (bitume od emulsione). Può anche essere aggiunto nel fresato, durante la fresatura, nel caso di impiego diretto.
Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere.
Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.
In alternativa agli additivi rigeneranti e/o flussanti, allo stesso scopo possono essere utilizzati bitumi appositamente formulati specifici per il riciclaggio del conglomerato.

C.3 – CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI USURA DRENANTE /FONOASSORBENTE

a) Descrizione
Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, possibilmente di origine effusiva, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato.
Dovranno essere impiegate prevalentemente con le seguenti finalità:
- -favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettifilo-clotoide, rettifilo-curva).
- -abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza)

Gli aggregati dovranno essere stoccati in appositi siti, ben separati fra le varie pezzature e in zone prive di ristagni d'acqua o di terreni argillosi.
I leganti bituminosi devono essere stoccati in idonee cisterne con controllo delle temperature.
Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate in premessa.
Prima di iniziare la stesa del conglomerato si deve provvedere ad assicurare sempre un rapido smaltimento delle acque assorbite nelle cunette, canalette o caditoie e che il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di

provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco con bitume modificato HD e, se necessario, il successivo eventuale spargimento di uno strato di filler; potrà essere richiesta la preventiva stesa di un tappeto di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto.
Il conglomerato bituminoso drenante fonoassorbente per strati di usura costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie frantumati con coefficiente di levigabilità accelerata CLA maggiore di 0,44 e perdita al peso LOS ANGELES minore del 20%, di sabbie di frantumazione ed addittivo, impastata a caldo con apposito bitume modificato con polimeri SBS-R di classe 3 (50/70-65) in quantità tra il 4,5% ed il 5,5% del peso degli aggregati. Si deve adottare una curva granulometrica spezzata mm 0/20 formulata in maniera tale da ottenere i valori dei vuoti residui e di stabilità sotto specificati. Lo strato deve avere di cm 4-5. La stabilità Marshall non deve essere inferiore a kg 600 ed il valore della rigidezza Marshall (rapporto tra la stabilità in kg e lo scorrimento in mm) deve essere maggiore di 200. La resistenza a trazione indiretta a 25°C non deve risultare inferiore a kg/cmq 5. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono avere una percentuale dei vuoti residui compresa tra il 18% ed il 20%, mentre in opera a compattazione ultimata tale percentuale deve essere compresa tra il 20% ed il 22%.
Il coefficiente di permeabilità dei provini Marshall determinato con permeametro a colonna d'acqua deve essere superiore a cm/s.m 1,5x10E-1.
La stesa in opera segue le norme dei conglomerati tradizionali con la variante della compattazione che deve essere effettuata con 4-5 passate di rulli lisci del peso di t 8/10 di caratteristiche tecnologiche avanzate.
Sono compresi la fornitura in opera di membrana liquida con funzione di mano d'attacco e impermeabilizzazione, realizzata sul substrato preventivamente pulito, mediante spruzzatura omogenea eseguita con autocisterne spanditrici termostabilizzate alla temperatura di 60-80°C, di emulsione di bitume modificato costituita per almeno il 68% da legante di classe minima uguale al legante utilizzato nella miscela, dosata in modo da ricoprire la superficie con una quantità omogenea di kg/mq 1,4-1,5; la granigliatura eseguita mediante spandimento con idoneo mezzo di graniglia della stessa classe della miscela, pezzatura mm 8-12 e nelle quantità di dmc/mq 5-10; la spazzatura della graniglia eccedente; il carico ed il trasporto del conglomerato; la stesa con finitrice; la rullatura.

b) Aggregati lapidei
Gli aggregati devono essere costituiti da aggregati naturali (preferibilmente di natura basaltica) o in percentuali ridotte da aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di acciaieria ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.
E' facoltà di Anas Spa accettare l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti, in questo caso, fermo restando tutti gli altri requisiti, la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 40%.
Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso) ≥80%; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.
Ai fini dell'impiego e obbligatoria l'attestazione di conformita (CE) da parte del produttore con i seguenti requisiti:
· resistenza alla levigabilità PSV (Polished Stone Value) maggiore o uguale a 46 (UNI EN 1097-8);
· perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) non superiore al 18% in peso;
· resistenza al gelo e disgelo (UNI EN 1367-1) ≤ 1;
· coefficiente di appiattimento inferiore o uguale al 15% (UNI EN 933-3);
· percentuale di superfici frantumate (UNI EN 933-5) uguale a 80%.
Per gli aggregati fini in particolare;
· l'equivalente in sabbia, di una eventuale miscela delle sabbie da frantumazione, determinato secondo la prova (UNI EN 933-8) dovrà essere superiore a 75;
· passante al setaccio 0,063 (UNI EN 933-1) <18.
Gli additivi dovranno rispettare i seguenti requisiti;
· passante al setaccio 2 mm (UNI EN 933-10) uguale al 100%;
· passante al setaccio 0,125 (UNI EN 933-10) compreso tra 85 e 100%;

· passante al setaccio 0,063 (UNI EN 933-10) compreso tra 70 e 100%;
· indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12) N.P;
· palla e anello (filler/bitume=1,5) (UNI EN 13179-1) ΔR&B> 5%.
L'impiego di fibre per il rinforzo strutturale delle miscele avverrà con quantità comprese tra 0,05 e 0,5% (art.7.5) in peso sugli aggregati a seconda del tipo di fibra impiegata e comunque secondo le quantita' e le modalità indicate sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati, oppure su quelle preventivamente eseguite dal CSS.

c) Miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei seguenti fusi:

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
20	**100**
14	**90÷ 100**
8	**12 ÷ 35**
4	**7 ÷ 18**
2	**6 ÷ 12**
0,5	**5 ÷ 11**
0,25	**5 ÷ 10**
0,063	**4 ÷ 8**

Bitume, riferito alla miscela, 4,8%-5,8% per usura drenante (UNI EN 12697-1 e 39) e 5,3%-6,3% per usura drenante con argilla espansa.

Il conglomerato fonoassorbente/drenante dovrà avere i seguenti requisiti:

Caratteristiche	Normativa	Unità di misura	Valore
Percentuale in massa del bitume modificato SBS-R sugli aggregati	CNR 38/73	%	4,5 ÷ 5,5
Vuoti residui percentuali	UNI EN 12697-8	%	18 ÷ 20
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	> 600
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	> 200
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-230	kg/cmq	> 5

La DL al fine di verificare l'elevata fonoassorbenza, si riserva la facoltà di controllare mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso sempre effettuato dopo il 15° giorno della stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori di a dovranno essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento
400/630	**α >0.25**
800/1250	**α >0.50**
1600/2500	**α >0.25**

d) Requisiti di accettazione

Dovranno rispondere a quanto riportato al punto e) dell'art. 32 oppure i provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante.
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3(finale).
Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Usura	%vuoti

	drenante	
N1	**10**	**≥28**
N2	**50**	**≥22**
N3	**130**	**≥20**

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.
I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Usura drenante
Rt (GPa x 10-3)	**0,36 – 0,70**
CTI (GPa x 10-3)	**≥30**

d) Formazione e confezione delle miscele
Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, 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 DL potra approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature 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 mescolazione nonchè il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

e) Posa in opera delle miscele
Il piano di posa dovra risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovra risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140°C per conglomerati con bitumi normali.
La temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra i 150°C e 180°C per le miscele ottenute con legante bituminoso con modifica tipo hard.
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. La compattazione dovrà essere effettuata con rulli metallici del peso di 8÷12 tonnellate.
Il rullo deve seguire da vicino la finitrice e la compattazione deve essere condotta a termine in continuo senza interruzioni.
Vanno immediatamente rimosse e rifatte zone che presentino anomalie di stesa, segregazioni, sgranature.
Il trasporto impianto-cantiere di stesa deve avvenire con mezzi idonei che evitino la formazione di crostoni o eccessivi raffreddamenti superficiali.
Al termine dello scarico del materiale nella finitrice i mezzi di trasporto del conglomerato è vietato scaricare nel cavo eventuali residui di conglomerato rimasti sul camion.
Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco con bitume modificato HD (7.1.2 tabella 7.B), nella quantità compresa tra 1,0 e 1,5 kg/m² (secondo le indicazioni della DL) e, se necessario, il successivo eventuale spargimento di uno strato di filler ; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. La DL indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

La stesa del conglomerato deve essere sospesa in caso le condizioni meteorologiche possano pregiudicare la riuscita del lavoro e comunque sempre in caso di pioggia o temperatura esterna <10 °C o in condizioni di piano di posa umido.
La capacità drenante dovrà essere misurata mediante permeabilimetro a colonna. Le prove sono da effettuarsi preferibilmente durante la fase di lavorazione, ad almeno 4 ore dalla fine della posa in opera, non appena il conglomerato si è freddato, e preferibilmente prima dell'apertura al traffico, al fine di valutare in corso d'opera la capacità drenante e poter correggere eventuali problematiche tecniche (mix design, messa in opera ecc.), per il prosieguo delle lavorazioni. Le prove devono comunque essere eseguite entro 30 giorni dalla stesa.
Le misure (singole) vanno fatte ad almeno 50 cm dai bordi con frequenza di almeno 10 misure per km per ciascuna strisciata della finitrice.

	Usura drenante
Cap. drenante lt/minn	**≥18**

Ai fini della valutazione della aderenza, nel caso l'intervento interessi tratte brevi o con particolari caratteristiche geometriche tali da non poter effettuare misure con mezzi ad alto rendimento, la valutazione potrà essere effettuata mediante misura di attrito radente PTV con Skid Tester (UNI EN 13036-4) misurato tra il 60° e il 180° giorno di apertura al traffico che dovrà risultare:

	Usura drenante
PTV	**≥55**

f) Controllo sulla qualità della compattazione delle miscele

Per ogni lavorazione descritta nelle presenti Norme Tecniche sono indicati i mezzi più adatti per eseguire un buon costipamento.
A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione dei diversi strati presenti in opera la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare nei limiti della tabella seguente:

	% dei vuoti	
	min	**max**
Drenante	**16**	**27**

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della DL di variazione del sistema di compattazione.

g) Spessore degli strati della pavimentazione (mediante carotaggi)

La valutazione della conformità degli spessori realizzati a quelli di progetto è eseguita mediante carotaggi.
La misura di spessore con carotaggi, valutato attraverso la Norma UNI EN 12697-36, sarà basata su carote di diametro compreso tra 100 e 200 mm.
Le carote prelevate dovranno essere in numero almeno di 3/km su unica sezione sull'intera carreggiata. Per ciascuna sezione sarà determinato lo spessore medio SM delle carote prelevate da confrontare con lo spessore di progetto.
Sarà applicata la detrazione per spessori in difetto con le seguenti tolleranze (T):
- strato di usura, Usura drenante e usura drenante con argilla espansa 5%

La detrazione sarà calcolata nel seguente modo:
DP*(%)* = 100*((*SP* - SM)/SP)
D *(euro)* = ((DP - T)/100)*PR*A
dove:

DP = differenza percentuale tra lo spessore di progetto del singolo strato e quello rilevato
SP = spessore di progetto del singolo strato (mm)
SM = spessore medio del singolo strato misurato sulla carota (mm)
T = tolleranza in %
PR = prezzo (€/m2)
A = area di influenza della sezione
D = valore da detrarre in euro (€)
La superficie di detrazione A sarà calcolata moltiplicando la larghezza della carreggiata per la lunghezza di riferimento della sezione
Nel caso di scostamenti per difetto degli spessori degli strati rispetto a quelli di progetto superiori al 25% si deve ordinare la rimozione e il rifacimento dello strato a totale carico dell'Impresa. Non trova applicazione la tolleranza.
L'applicazione delle clausole di questo articolo non esclude quelle previste in altri articoli.

h) Capacità drenante
La capacita drenante, espressa in litri al minuto, determina la capacità degli strati di usura drenante di smaltire l'acqua di pioggia e viene misurata con permeabilimetro a colonna (Metodo interno Anas). La misura e definita come il rapporto tra il volume d'acqua compreso tra i due riferimenti fissi del cilindro e il tempo di efflusso attraverso la superficie della pavimentazione e viene calcolata come media di due misurazioni affiancate distanti circa 100 cm.
Qualora le misure della capacita drenante siano inferiori al valore minimo di cui al punto e) verra applicata una penale sul prezzo della lavorazione secondo i seguenti intervalli:
- Caso A : capacita drenante tra 18 l/min e 12 l/min penale del 20%
- Caso B: capacita drenante inferiore a 12 l/min penale del 35 %

Se all'interno di 1 km di lavorazione continua, la somma delle aree interessate dalla penale caso B risultasse uguale o superiore al 50% dell'area della lavorazione, si dovrà procedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, al rifacimento dello strato drenante (compresa la mano di attacco) per l'intero chilometro.
La penale si applica ad una superficie pari al tratto di influenza del punto di misura sotto i limiti di accettazione, moltiplicato per la larghezza della strisciata.
Per i drenanti alleggeriti resta valido quanto sopra scritto con la sola esclusione della penale Caso A.

C.4 – CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUMI MODIFICATI

Art. 33 – **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:

Aperture setacci UNI (mm)	**Fuso A** % in peso	**Fuso B** % in peso
31,5	**100**	**100**
20	**68 ÷ 90**	**80 ÷ 100**
16	**62 ÷ 84**	**73 ÷ 94**
12,5	**55 ÷ 77**	**67 ÷ 87**
8	**44 ÷ 67**	**56 ÷ 75**
4	**32 ÷ 56**	**45 ÷ 61**
2	**22 ÷ 45**	**35 ÷ 48**
0,5	**12 ÷ 26**	**20 ÷ 31**
0,25	**8 ÷ 18**	**12 ÷ 22**
0,063	**4 ÷ 5**	**5 ÷ 6**

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:

Caratteristiche	Normativa	Unità di misura	Valore
Percentuale in massa del bitume modificato sugli aggregati	CNR 38/73	%	4,5 ÷ 7
Vuoti residui percentuali	UNI EN 12697-8	%	2 ÷ 4
Stabilità Marshall conglomerato a 60 °C	UNI EN 12697-34	daN	≥ 2000
Scorrimento Marshall	UNI EN 12697-34	mm	1 ÷ 3
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	≥ 500
Stabilità Marshall dopo immersione acqua distillata (15 gg, 25 °C)	UNI EN 12697-34	daN	≥ 1600
Resistenza a trazione indiretta a 10 °C	UNI EN 12697-230	daN/cmq	≥ 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 UNI EN 12697-26 e sottoposti a prova dinamica di trazione-compressione alla frequenza di 10 Hz, con deformazione unitaria compresa tra $1{,}0 \times 10E^{-5}$ e

$4{,}0x10E^{-5}$, 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 Jp 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. 34 – **Splittmastix asphalt (usura antisdrucciolo SMA)**

a) Descrizione

Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucciolo 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. E' 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 antisdrucciolo SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dalla norma UNI EN 13043.

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:

Trattenuto al setaccio UNI n. 4			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura SMA
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	< 20
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	<20
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	<1.58
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	<3
CLA	UNI EN 1097-8	%	>45

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:

Passante al setaccio UNI n. 4			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura SMA
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	< 25
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	>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 UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti minimi:

Aperture setacci UNI (mm)	Passante in peso a secco (%)
0,5	100
0,25	95
0,063	90

- Più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,063 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:

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso

20	**100**
12,5	**95 ÷ 100**
8	**52 ÷ 77**
4	**27 ÷ 45**
2	**20 ÷ 30**
0,5	**13 ÷ 23**
0,25	**10 ÷ 20**
0,063	**8 ÷ 13**

d) Legante
Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antisdrucciolo 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 la 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 antisdrucciolo SMA, dovrà essere almeno pari a 3÷4 cm.

g) Requisiti minimi del conglomerato
Il conglomerato per usura antisdrucciolo SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti come di seguito:

Requisiti del conglomerato per usura antisdrucciolo (SMA)	Norme di riferimento	Unità di misura	Valori
Stabilità Marshall eseguita a 60°C (75 colpi/faccia)	UNI EN 12697-34	Kg	> 1000
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	Kg/mm	> 350
Massa vol. delle carote indist. Rispetto provini Marshall	UNI EN 1936	%	> 97
Percentuale dei vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	2÷4
Resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25 °C	UNI EN 12697-23	Kg/cmq	> 6
Coefficiente di aderenza trasversale (15 – 90 gg)	UNI CEN/TR 15901-6	CAT	> 0.60
Macrorugosità superficiale (15 – 180 gg)	UNI EN 13036-1	MTD	> 0.6
Impronta con punzone da mmq 500	CNR-BU n.13/91	mm	< 2

h) Controllo dei requisiti di accettazione
Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura.

i)Confezione e posa in opera delle miscele
MODALITA' 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 sostanza 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 caldaia, 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 nel 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.

l) Preparazione delle superficie stradale.
Prima di iniziare la stesa dell'usura antisdrucciolo 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. 35 – **Conglomerato bituminoso per strati di usura tipo anti-skid**

a) Descrizione
Il conglomerato di usura antisdrucciolo (anti-skid) è un conglomerato chiuso, impermeabile verso gli strati sottostanti, costituito da una miscela di pietrischetto, graniglia, sabbia (tutti da frantumazione) e filler impastato a caldo con bitume modificato.
I vuoti della miscela, derivanti dalla composizione granulometrica scelta con elementi grossi e povera di sabbia, sono riempiti dalla malta bituminosa, realizzata con bitume modificato e con filler, caratterizzata da elevata consistenza e coesione.
Lo strato di usura anti-skid può essere usato per realizzare strati di usura di strade sottoposte a condizioni severe di traffico e clima (anche per le piste di rullaggio negli aeroporti, per le pavimentazioni di ponti e di viadotti) e in alcuni casi può essere proposto in alternativa al conglomerato drenante fonoassorbente.

– Migliora l'aderenza in caso di asciutto e in caso di pioggia riduce il velo d'acqua superficiale

attenuando l'effetto spray;
- contribuisce ad incrementare la portanza;
- impermeabilizza la superficie stradale proteggendo lo strato o la struttura sottostante;
- contribuisce a ridurre il rumore provocato dal rotolamento dei pneumatici;
- la preparazione, il trasporto e la messa in opera viene eseguita come per i conglomerati a caldo tradizionali.

b) Legante bituminoso
Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento dello strato di usura anti-skid è del tipo modificato, avente i requisiti riportati in tabella 1:

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	40-60
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥ 75
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -12
Viscosità dinamica a 160°C, γ =10 s^{-1}	UNI EN 13302	MPa s	≥ 50
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di Rammollimento	UNI EN 13399	°C	≤ 5
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1		
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 5

TABELLA 1: Specifiche sul bitume modificato

c) Additivi
Gli **additivi** sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.
Gli **attivanti d'adesione**, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.
La scelta del tipo e del dosaggio di additivo deve essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 2, 3, 4. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).
Le **fibre minerali** nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.
Le fibre minerali stabilizzanti possono essere costituite da microfibrette di cellulosa microfibre di cellulosa in ragione di 0,25 ÷ 0,40 % rispetto al peso degli aggregati.

d) Inerti
Gli **aggregati** lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati per manti di usura tipo anti skid.
Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n.4), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'**aggregato grosso** per lo strato di usura anti-skid deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi.
Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 2.

AGGREGATO GROSSO

Trattenuto al setaccio UNI n. 4			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura anti skid

Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	15
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	≤30
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 30
Porosità	UNI EN 1936	%	≤1,5
CLA	UNI EN 1097-8	%	≥45

TABELLA 2: Specifiche sull'aggregato grosso

L'**aggregato fino** deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.
Gli aggregati fini per lo strato anti-skid devono possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 3.

AGGREGATO FINO

Passante al setaccio UNI n. 4			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura anti skid
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥80
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤2
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100

TABELLA 3: Specifiche sull'aggregato fino

Per aggregati fini utilizzati, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10 % qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≤ 42.

Il **filler**, frazione passante al setaccio 0.063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per lo strato anti skid deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella 4.

FILLER

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura anti skid
Passante allo 0,25	UNI EN 933-1	%	100
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≥80
Indice Plasticità	UNI EN ISO/TS 17892-12		N.P.
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	ΔPA	≥5

TABELLA 4: Specifiche sul filler

e) Miscela

La **miscela** degli aggregati prevista prevede una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in tabella 5.
La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, dovrà essere compresa nei limiti indicati nella stessa.

Aperture setacci UNI (mm)	Anti skid Tipo 0/12
20	100
12,5	90 – 100
10	53 – 75
4	28 – 49
2	20 – 30

0,5	13 – 23
0,25	10 – 19
0,063	8 - 11
Percentuale di bitume	**5,5 – 7,5**

TABELLA 5: Specifiche sui fusi

Le caratteristiche dello strato anti-skid sono riportate nella seguente tabella:

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Costipamento	50 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	>9
Rigidezza Marshall	KN/mm	1.5 – 3.0
Vuoti residui	%	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	> 0.60
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	> 40

TABELLA 6: Caratteristiche del conglomerato

f) Confezionamento delle miscele e preparazione del piano di posa

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

La produzione di ciascun impianto non deve 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. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante tra 150° C e 160° C. Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

Per il manto di usura di tipo anti skid la mano d'attacco ha solo lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.

Art. 36 – **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:

	Passante % in peso		
Aperture setacci UNI (mm)	**Sp. : 10 mm (Dmax 6 mm)**	**Sp. : 16 mm (Dmax 10 mm)**	**Sp. : 20 mm (Dmax 12 mm)**
16	**-**	**100**	**100**
10	**100**	**85 ÷ 100**	**90 ÷ 100**
4	**89 ÷ 100**	**55 ÷ 85**	**20 ÷ 30**
2	**58 ÷ 83**	**36 ÷ 55**	**15 ÷ 25**
0,5	**22 ÷ 36**	**14 ÷ 28**	**8 ÷ 16**
0,25	**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 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 la 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	Norme di riferimento	Unità di misura	Valori
Stabilità Marshall eseguita a 60°C (50 colpi/faccia)	UNI EN 12697-34	Kg	> 700
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	Kg/mm	150 ÷ 300
Percentuale dei vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	10 ÷14
Resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25 °C	UNI EN 12697-23	Kg/cmq	4.5 ÷ 7
Coefficiente di aderenza trasversale (15 – 90 gg)	UNI CEN/TS 15901-6	CAT	> 0.60
Macrorugosità superficiale (15 – 180 gg)	UNI EN 13036-1	MTD	> 0.6

f) Controllo dei requisiti di accettazione

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

g)Confezione e posa in opera delle miscele

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

h) Preparazione delle superficie stradale
Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. "*Splittmastix asphalt (usura antisdrucciolo SMA)*".

C.5 – CONGLOMERATI A FREDDO

Art. 37 – **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.

<u>Aggregato grosso (trattenuto al setaccio UNI 4):</u>
L'aggregato grosso dovrà avere i seguenti requisiti:

Caratteristiche	Normativa	Valori
Los Angeles	UNI EN 1097-2	≤ 20
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	100
Sensibilità al gelo (*)	UNI EN 1367-1	≤20
Spogliamento	UNI EN 12697-11	0
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 15
CLA	UNI EN 1097-8	≥45

(*) in zone considerate soggette a gelo

<u>Aggregato fino (passante al setaccio UNI 4):</u>
L'aggregato fino dovrà essere composto da sabbia di frantumazione e dovrà avere i seguenti requisiti:

Caratteristiche	Normativa	Valori
Los Angeles (*)	UNI EN 1097-2	≤ 20
Equivalente in sabbia ES	UNI EN 933-8	≥80
CLA	UNI EN 1097-8	≥45

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

<u>Filler:</u>
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, ceneri volanti. In ogni caso il filler dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Caratteristiche	Normativa	Valori
Passante allo 0,25	UNI EN 933-1	100 %
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	≥80 %
Spogliamento	UNI EN 12697-11	≤ 5 %
Indice di plasticità	UNI EN ISO/TS 17892-12	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	Valori
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	50 ÷ 70 dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	≥60 °C
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	< –14
% di elastomero sul peso di bitume	UNI EN 13398	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:

Aperture setacci UNI (mm)	**Spessore 9 mm** % in peso	**Spessore 6 mm** % in peso	**Spessore 4 mm** % in peso
16	**100**	**-**	**-**
12,5	**85 ÷ 100**	**100**	**100**
4	**54 ÷ 78**	**62 ÷ 84**	**78 ÷ 96**
2	**35 ÷ 55**	**40 ÷ 65**	**58 ÷ 83**
0,5	**17 ÷ 32**	**17 ÷ 33**	**27 ÷ 42**
0,25	**10 ÷ 22**	**10 ÷ 22**	**16 ÷ 28**
0,063	**3 ÷ 8**	**4 ÷ 14**	**5 ÷ 14**

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 mono-strato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria*".

C.6 – TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Art. 38 – **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 í 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

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 dm^3 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 bítuminosa e dm^3 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'emulsíone 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 benestare da parte della 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 ± 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 lt. 6÷7/mq o lt. 4÷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
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	30 ±1%
Contenuto di legante	UNI EN 1431	70 ±1%
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	> 69%
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	0
Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷100
Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
Sedimentazione a 5 gg.	UNI EN 12847	max. 5%
Viscosità Engler a 20°C	UNI 20048	> 20°E
PH (grado di acidità)	UNI EN 12850	2÷4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato		
Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	50 ÷70 dmm.
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	migliore di 65°C
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	migliore di -18°C

c) Materiali inerti
Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Los Angeles	UNI EN 1097-2	≤ 18%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	CNR-BU 4/53	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	CNR-BU 4/53	1
Coeff. di levigatezza accelerata «CLA»	UNI EN 1097-8	> 0,45
Coeff. di forma	UNI EN 933-4	< 3
Coeff. di appiattimento	UNI EN 933-3	< 1,56
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	< 20%
Spogliamento in acqua a 40 °C	UNI EN 12697-11	0%

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

	GRANIGLIA	*GRANIGLIA*
Aperture setacci UNI (mm)	**4/8 mm.**	**3/6 mm.**
	Passante al setaccio % in peso	
20		
12,5		
10	**100**	
6,3	**88-100**	**100**
4	**26-55**	**92-100**
2	**0-5**	**2-15**
0,5	**0**	**0**
0,25		
0,063		

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 UNI EN 13036-4) 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 UNI CEN/TS 15901-6, 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-Radiali, 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 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
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	30 ±1%
Contenuto di legante	UNI EN 1431	70 ±1%
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	> 69%
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	0
Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷100
Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
Sedimentazione a 5 gg.	UNI EN 12847	max. 5%
Viscosità Engler a 20°C	UNI 20048	> 20°E

PH (grado di acidità)	UNI EN 12850	2÷4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato		
Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	50 ÷70 dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	migliore di 65°C
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	migliore di -18°C

c) Materiali inerti
Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Los Angeles	UNI EN 1097-2	≤ 18%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	CNR-BU 4/53	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	CNR-BU 4/53	1
Coeff. di levigatezza accelerata «CLA»	UNI EN 1097-8	> 0,45
Coeff. di forma	UNI EN 933-4	< 3
Coeff. di appiattimento	UNI EN 933-3	< 1,56
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	< 20%
Spogliamento in acqua a 40 °C	UNI EN 12697-11	0%

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

	PIETRISCHETTI		*GRANIGLIE*	
Aperture setacci UNI (mm)	**12/18 mm.**	**8/12 mm.**	**4/8 mm.**	**3/6 mm.**
	Passante al setaccio % in peso			
20	**100**	**100**		
12,5	**40-80**	**97-100**		
10	**2-15**	**78-94**	**100**	
6,3	**0-4**	**12-34**	**88-100**	**100**
4	**0**	**0-8**	**26-55**	**92-100**
2		**0**	**0-5**	**2-15**
0,5			**0**	**0**
0,25				
0,063				
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 mono-strato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria*".

Art. 39 – **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 è 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 massicciata 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 impregazione al 55% di bitume a lenta rottura, in quantità non inferiore a 2,5 Kg/mq, mediante apposita 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
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	45%

Contenuto di legante	UNI EN 1431	55%
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	> 51%
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	3 ÷ 4%
Demulsività	ASTM D244-72	0 ÷ 5%
Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
Sedimentazione a 5 gg.	UNI EN 12847	max. 5%
Viscosità Engler a 20°C	UNI 20048	2 ÷ 5°E
PH (grado di acidità)	UNI EN 12850	2 ÷ 4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato		
Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Penetrazione a 5 °C	UNI EN 1426	180 ÷ 220 dmm
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	> 300 dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	37 ÷ 42 °C
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	migliore di -10°C

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

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	29 ÷ 33%
Contenuto di legante	UNI EN 1431	71 ÷ 67%
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	> 3%
Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷ 100%
Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
Sedimentazione a 5 gg.	UNI EN 12847	max. 5%
PH (grado di acidità)	UNI EN 12850	2 ÷ 4

Caratteristiche del bitume emulsionato *(bitume 70-100)*		
Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	< 100 dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	> 44 °C

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

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	30%
Contenuto di legante	UNI EN 1431	70%
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	> 67%
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	3%
Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷ 100 %
Omogeneità	ASTM D244-72	max 0,2%
Sedimentazione a 5 gg.	UNI EN 12847	max 5%
Viscosità Engler a 20°C	UNI 20048	min 20°E
PH (grado di acidità)	UNI EN 12850	2 ÷ 4

Caratteristiche del bitume emulsionato		
Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	55 ÷ 65 dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	> 55 °C
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	migliore di -13°C

d) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Los Angeles	UNI EN 1097-2	≤ 20%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	CNR-BU 4/53	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	CNR-BU 4/53	1
Coeff. di levigatezza accelerata «CLA»	UNI EN 1097-8	> 0,45
Coeff. di forma	UNI EN 933-4	< 3
Coeff. di appiattimento	UNI EN 933-3	< 1,56

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

	PIETRISCHETTI		*GRANIGLIE*	
Aperture setacci UNI (mm)	**12/18 mm.**	**8/12 mm.**	**4/8 mm.**	**3/6 mm.**
	Passante al setaccio % in peso			
20	**100**	**100**		
12,5	**40-80**	**97-100**		
10	**2-15**	**78-94**	**100**	
6,3	**0-4**	**12-34**	**88-100**	**100**
4	**0**	**0-8**	**26-55**	**92-100**
2		**0**	**0-5**	**2-15**
0,5			**0**	**0**
0,25				
0,063				
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 mono-strato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria*".

C.7 – CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI/RIGENERATI

Art. 40 – **Conglomerati bituminosi riciclati a freddo in sito o in impianto con emulsione bituminosa e cemento**

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 o con emulsione bituminosa sovrastabilizzata.
L'emulsione per il riciclaggio a freddo dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Caratteristiche	Metodo di prova	Bitume schiumato e cemento	Emulsione di bitume sovrastabilizzata
		Valori	Valori
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	40±1%	40±2%
Contenuto di legante	UNI EN 1431	60±1%	60±2%
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	> 59%	> 59%
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	0%	0%
Demulsività	ASTM D244-72	0 ÷ 40 %	0 ÷ 40 %
Omogeneità	ASTM D244-72	<0,2%	<0,2%
Sedimentazione a 5 gg.	UNI EN 12847	<10%	<10%
Viscosità Engler a 20°C	UNI 20048	5 ÷ 10°E	5 ÷ 10°E
PH (grado di acidità)	UNI EN 12850	2 ÷ 4	2 ÷ 4
Indice di rottura (NF – T 66 – 017)	UNI EN 13075-1	>200	>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 e l'emulsione bituminosa stabilizzata dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche	Metodo di prova	Bitume schiumato e cemento	Emulsione bituminosa sovrastabilizzata
		Valori	Valori
Penetrazione a 25 °C 100 gr/5''	UNI EN 1426	80 ÷ 100 dmm	50 ÷ 220 dmm
Punto di rammollimento (P.A.)	UNI EN 1427	40 ÷ 44 °C	35 ÷ 56 °C
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	< -13°C	< -8°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 (UNI EN ISO/TS 17892-1), della curva granulometrica e della relativa percentuale di legante presente (UNI EN 933-1 e UNI EN 1431). 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 (UNI EN 1426, UNI EN 1427).

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/cmq 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 (UNI EN 12697-34);

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 staccio UNI 0,063 ± 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 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.

Art. 41 – **Conglomerati bituminosi riciclati a freddo in sito con bitume schiumato e cemento**

Il riciclaggio in sito a freddo viene realizzato mediante idonee attrezzature che consentano di impastare, stendere e compattare la miscela costituita dal conglomerato bituminoso preesistente, eventuali inerti di integrazione, bitume sotto forma di schiuma, acqua ed additivi.
Il conglomerato bituminoso preesistente, denominato "materiale da riciclare", proviene dalla frantumazione con macchine fresatrici, direttamente dalla sua primitiva posizione.

a) Legante
Il legante finale deve essere costituito dal bitume presente nel conglomerato riciclato integrato con quello proveniente da bitume aggiunto mediante processo di schiumatura con appositi ugelli di espansione in opera.
Il bitume da utilizzare per il riciclaggio a freddo deve rispondere alle caratteristiche indicate nella Tabella 1:

Caratteristiche	Metodo di prova	Unità di misura	Valore
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	80÷100
Punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	40÷44
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	min °C	≤ - 8
Viscosità Dinamica 160°C gradiente di	UNI EN 13302	mPa*sec	≤ 100

velocità 10 s^{-1}			
Stabilità allo stoccaggio: - Δ penetrazione - Δ rammollimento	UNI EN 13399	0,1 mm °C	≤ 5 ≤ 5
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9

Tabella 1

Il bitume dovrà avere a 170°C e al 3% di acqua di schiumatura un volume di espansione ERm superiore a 15 e un tempo di mezza vita superiore a 100 secondi.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

b) Conglomerato riciclato
Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato proveniente dalla demolizione (anche parziale) della pavimentazione preesistente con idonee macchine fresatrici.
Per lo strato di base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura.

c) Inerti di integrazione
Qualora la composizione granulometrica del materiale fresato non consenta la realizzazione della curva di progetto e/o il bitume nel conglomerato da riciclare sia maggiore del 5%, la miscela deve essere integrata con inerti nuovi.
Gli inerti di integrazione possono appartenere all'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio UNI n. 4) o degli aggregati fini (passante al setaccio UNI n. 4).
Gli **aggregati grossi** potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purchè, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 2

AGGREGATO GROSSO - Trattenuto al setaccio UNI n. 4				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder
Los Angeles (∗)	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 25
Micro Deval umida (∗)	UNI EN 1097-1	%	≤ 20	≤ 20
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	40	30
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	≤ 5
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤ 1	≤ 1
Indice appiattimento	UNI EN 933-1	%	≤ 30	≤ 25
Porosità	UNI EN 1936	%		≤ 1,5

Tabella 2

Gli **aggregati fini** devono possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 3.

AGGREGATO FINO - Passante al setaccio UNI n. 4				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	≥ 60

Indice Plasticità	UNI CEN/TS 17892-12	%	N.P.	
Limite liquido	UNI CEN/TS 17892-12	%	≤ 25	
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%		≤ 2
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%		100

Tabella 3

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio accreditato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

d) Cemento
Nel riciclaggio a freddo deve essere impiegato cemento Portland d'alto forno o pozzolanico (tipo I, III o IV) con classe di resistenza 325.

e) Acqua
Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

f) Miscela
La formulazione della miscela (granulometria del conglomerato da riciclare e degli inerti di integrazione, percentuale di bitume, di cemento e di acqua) deve essere ottenuta mediante uno specifico studio che preveda:

a) – prelievi di materiale sciolto in sito (fresato) per la determinazione dell'umidità (UNI CEN ISO/TS 17892-1), della curva granulometrica (UNI EN 933-1) ante e post-estrazione del bitume, della percentuale di bitume (UNI EN 1431) e delle caratteristiche del bitume estratto: penetrazione e punto di rammollimento (UNI EN 1426, UNI EN 1427). Per una corretta valutazione delle caratteristiche del conglomerato preesistente le determinazioni sopra riportate devono esser eseguite ogni 500 m della tratta interessata dai lavori ed eventualmente intensificate in caso di scarsa omogeneità del materiale da riciclare. Percentuale e caratteristiche del bitume contenuto nel conglomerato da riciclare possono essere determinati anche su carote estratte dalla pavimentazione;

b) – la definizione della curva granulometrica di progetto con eventuale previsione di aggiunta di inerti di integrazione. La miscela del conglomerato da riciclare e degli aggregati di primo impiego, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una granulometria contenuta nei fusi riportati in tabella 4:

Aperture setacci UNI (mm)	Base	Binder
40	100	100
31,5	88 – 100	78 – 100
20	70 – 90	58 – 84
16	61 – 79	51 – 74
10	48 – 64	35 – 53
4	35 – 48	26 – 39
2	27 – 40	14 – 24
0,5	14 – 25	8 – 16
0,25	9 – 17	8 – 16
0,063	2 – 6	3 – 7

Tabella 4

c) – la determinazione della massima densità della miscela di progetto.
Si preparano campioni di miscela essiccata (granulometria di progetto) del peso di 1200 g (comprensivo di una percentuale di cemento pari a circa l'1%) con quantità crescenti di acqua dell'1% in peso; con il materiale di ogni campione si confezionano provini seguendo la

metodologia Marshall (UNI EN 12697-34); o Duriez (CNR 130/89); riportate in tabella 5 e si determina, mediante pesata idrostatica, la densità ottenuta per ogni provino; la costruzione della curva di densità consente di individuare la percentuale di acqua corrispondente alla massima densità;

MODALITÀ DI PROVA		
	Metodo Marshall	Metodo Duriez
Altezza fustella	87.5 mm	275 mm
Diametro fustella	105 mm	120 mm
Peso del materiale	1200 gr	3500 gr
Compattazione	120 daN/cm² per 5 minuti	120 daN/cm² per 5 minuti
Maturazione	1 , 3 , 7 giorni in stufa a T = 25°C	7, 14 giorni in stufa a T = 25°C
Rottura	Marshall a 25°C	a compressione a T = 25°C

Tabella 5

d) – la determinazione della percentuale ottimale di bitume e di cemento:
Si confezionano campioni di miscela essiccata (granulometria di progetto) del peso di 1200 g con quantità crescenti di bitume schiumato e cemento facendo in modo che la percentuale di umidità dell'impasto non sia mai superiore a quella misurata sulla curva di massima densità.
Seguendo la metodologia Marshall indicata in tabella 5 si confezionano, per ogni livello di maturazione, e per ogni diversa percentuale di cemento e di bitume:
n° 3 provini per la determinazione di densità e percentuale dei vuoti residui;
n° 4 provini per la determinazione di stabilità, scorrimento e rigidezza Marshall (UNI EN 12697-34);
n° 12 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'ottimo di legante e di cemento.
In alternativa, con la metodologia Duriez si confezionano, per ogni livello di maturazione, e per ogni diversa percentuale di cemento e di bitume:
n° 2 provini per la determinazione di densità e percentuale dei vuoti residui;
n° 4 provini per la determinazione della resistenza a compressione;
n° 12 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;
n° 4 provini per la determinazione del rapporto Immersione/Compressione (rottura a compressione dopo 7 giorni di immersione in acqua.

g) Accettazione delle miscele
L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.
Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di ± 10 per il conglomerato riciclato, di ± 5 per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale di bitume (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) 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.

h) Confezione posa in opera delle miscele
Il riciclaggio a freddo deve essere realizzato mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: macchina fresatrice, impianto di miscelazione semovente, vibrofinitrice e rulli.
In alternativa all'impianto di riciclaggio semovente, per la confezione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
La posa in opera dei conglomerati riciclati a freddo viene effettuata con macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.
Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, 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).
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.
Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 10 °C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

i) Controlli
Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi riciclati a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella 6.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.
Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume (per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato).
Dopo 15 giorni dalla stesa la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.
Sulle carote vengono determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui, la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (CNR 106/85) ed il modulo complesso E (Norma UNI EN 12697-26)
Per valori del modulo complesso E inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 10%, verrà applicata una detrazione dello 0,4% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza, oltre la tolleranza, del modulo dinamico a compressione.
Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.
Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.
Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante. Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Tabella 6

Controllo dei materiali e verifica prestazionale				
STRATO	**TIPO DI CAMPIONE**	**UBICAZIONE PRELIEVO**	**FREQUENZA PROVE**	**REQUISITI RICHIESTI**
Base Binder	bitume	Autobotte	Settimanale oppure ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 1
Base Binder	Aggregati di integrazione	Autocarro	Settimanale oppure ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 2 e Tabella 3

Base Binder	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base Binder	Carote x densità in sito	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Base Binder	Carote x deformabilità a carico costante	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	90% del valore previsto in progetto
Base Binder	Carote x modulo	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	90% del valore previsto in progetto

Art. 42 – **Scarificazione di pavimentazioni esistenti**

Per gli intervento 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. 43 – **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. 44 – **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/cm^2. 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.

D) LAVORI DIVERSI

Art. 45 – **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/cmq, stagionati in appositi ambienti e trasportati in cantiere in confezioni.

1) CANALETTE DI DEFLUSSO DALLA STRADA

Avranno le misure di cm 50x50x20, 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/cm^2.

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 ritegno 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

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/cm^2. L'armatura dei manufatti dovrà essere eseguita con rete elettrosaldata a maglie saldate di dimensioni 12x12 cm con ferri Φ 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. E' compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

Art. 46 – **Barriere di sicurezza**

Per le barriere stradali di sicurezza la normativa di riferimento risulta essere la seguente:
- D.M. 21/06/2004 n°2367, "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- D.M. 28/06/2011, "Linee Guida per il corretto uso ed installazione dei dispositivi di ritenuta stradale";
- Circ. LL.PP. n.2337 del 11/07/1987;
- Circ. LL.PP. n.62032 del 21/07/2010;

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 assicuri 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. 21/06/2004 n°2367- 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. 21/06/2004 n°2367, 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, costituita 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. 47 – **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 aerica (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. 48 – **Lavori di rivestimento vegetale - Opere in verde**

I terreni dovranno essere lavorati, concimati e seminati nel modo previsto nell'apposito articolo, nel periodo immediatamente successivo alla realizzazione dei piani definitivi delle sistemazioni, mentre per le lavorazioni di cui appresso si provvederà nel periodo climatico più opportuno.

I) Piantumazioni

Le operazioni di messa a dimora delle piantine e delle talee potranno essere eseguite in qualsiasi periodo utile al buon attecchimento, restando a carico dell'Appaltatore la sostituzione delle fallanze entro due anni dalla messa a dimora e comunque fino al collaudo.

Il sesto dovrà essere quello più proprio per la specie, che verrà messa a dimora a quinconce con file parallele al ciglio della strada, o con altro orientamento determinato dal Direttore dei lavori. Per le file più prossime alla sede stradale il Direttore dei lavori potrà ordinare che, in relazione ai lavori di pavimentazione, vengano messe a dimora in un tempo successivo, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi aggiuntivi.

In relazione alle specie si prescrive il seguente sesto d'impianto:

- cm 25 per le piante a portamento erbaceo o strisciante (Festuca glauca, Gazania splendens, Hedera helix, Hypericum calycinum, Lonicera sempervirens, Mesembryanthemum acinaciforme, Stachys lanata);
- cm 50 per le piante a portamento arbustivo (Crataegus pyracantha, Cytisus scoparius, Eucaliptus sp. pl., Mahonia aquifolium, Nerium oleander, O puntia ficus indica, Pitosporum tobira, Rosmarinus officinalis, Spartium junceum).

Il Direttore dei lavori ordinerà per iscritto all'Appaltatore la specie da mettere a dimora nei vari settori, anche eventualmente ricorrendo a specie diverse da quelle elencate sopra, in relazione alle caratteristiche dell'areale e a quelle microclimatiche locali, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi ulteriori se non in relazione al numero.

L'impianto potrà essere fatto meccanicamente o manualmente: per le piante a portamento arbustivo la buca dovrà essere sufficientemente grande da garantire, oltre all'attecchimento sicuro, anche una

crescita futura sufficientemente rapida e rigogliosa, eventualmente collocandovi del letame bovino non a contatto delle radici e ricoprendo con cautela, ad evitare danni alle radici, predisponendo un apposito colletto in terra per il ristagno dell'acqua piovana.
Si dovrà avere particolare cautela nel periodo tra l'approvvigionamento in cantiere delle piantine e la messa a dimora affinchè non si verifichino danni alle radici ed evitando sia il disseccamento che la germogliazione: in tali eventualità si procederà alla sostituzione completa della fornitura a spese e cura dell'Appaltatore.
II) Semina di specie erbacee
La semina di specie foraggere dovrà costituire una copertura con caratteristiche di prato polifita stabile.
Prima della semina e dopo la concimazione il terreno sarà erpicato con rastrello, quindi dopo aver dato comunicazione al Direttore dei lavori si procederà alla semina di quei miscugli che il Direttore dei lavori stesso avrà ordinato per iscritto, con il quantitativo previsto da progetto, procedendo a spaglio, con personale esperto e capace, a più passate e per gruppi di semi di volume e peso simili, in giornate senza vento, avendo cura di ricoprire il seme con rastrelli a mano o con erpice leggero, battendo successivamente il terreno con la pala o rullandolo.
III) Semina a spruzzo (idrosemina)
Le scarpate sia in rilevato che in trincea, con tipo di terreno o roccia particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle acque meteoriche, potranno essere seminate a spruzzo, in periodo umido (autunno), con apposite pompe e macchinari, con impiego di sementi di specie frugali e rustiche, con radici profonde, quali ad esempio Festuca arundinacea.
La miscela prevede le seguenti dosi per ettaro: soluzione di fertilizzante organico a base di substrati fungini essiccati, kg 2.500; torba, litri 5.000; seme, kg 180; acqua, litri 1.000. Qualora il terreno sia molto acido occorre aggiungere calce spenta (ad esempio per portare pH da 3,5 a 5,5 utilizzare kg 2.400).
Se la crescita Š troppo lenta, rada o nulla, l'Appaltatore ripeterà il trattamento a sua cura e spese, ad evitare il propagarsi delle radure. Nel primo periodo di due mesi almeno dovrà essere interdetto qualsiasi passaggio sulla aree trattate, che eventualmente dovranno essere recintate, e che andranno protette con frammenti di paglia sparsi da apposite macchine in ragione di kg 2.000, addizionata con emulsione bituminosa per kg 500 per ettaro, con funzione di collante.
IV) Rimboschimento con specie forestali
Sulle scarpate ove previsto, oppure ove ritenuto opportuno dal Direttore dei lavori, l'Appaltatore provveder… alla messa a dimora di alberature impiegando le seguenti specie: Ulmus campestris, Coryllus avellana, Sorbus sp. pl., Celtis australis ecc., come meglio definito nell'elenco dei prezzi.
La buca avrà le dimensioni di cm 80x80x80, e andrà riempita con terra di granulometria e qualità adatta, opportunamente addizionata di letame animale.
La pianta verrà ancorata ad apposito tutore in palo di castagno o carpino infisso nella buca prima del rinterro per almeno 40 cm, e sarà legata in più punti con raffia; qualora si tratti di esemplare che per la sua mole opponga molta resistenza al vento, andrà ancorato con tutore costituito da tre pali legati a piramide, oppure mediante tiranti in filo di ferro ancorati a paletti metallici infissi nel terreno, che abbraccino il tronco con l'interposizione di appositi cuscinetti.
Nelle aree di pertinenza stradale, ove il terreno si presenti di natura limosa, argillosa o paludosa, nelle depressioni e sulle sponde di vallette, l'Appaltatore metterà a dimora, a quinconce n. 4 talee di pioppo, salice o tamerice al metro quadrato, con funzione di rinsaldamento del terreno, di taglio fresco ed allo stato verde, con diametro minimo di cm 1,5 che dovranno essere di crescita spontanea nelle aree interessate.
V) Rivestimento in zolle erbose
Dove ritenuto opportuno dal Direttore dei lavori si provvederà alla posa di zolle erbose di prato polifita stabile, in formelle di cm 25x25, disposte in file a giunti sfalsati, su sottofondo regolarizzato e costipato. Per scarpate di sviluppo superiore a m 3 verranno posti in opera appositi sostegni antiscivolo ogni m 2 costituiti da graticciate di altezza 10-15 cm come descritte nell'articolo seguente.
Qualora occorra lasciare scoli d'acqua piovana, questi saranno con sagoma a settore circolare di larghezza cm 80-120 e profondità cm 15-20, preventivamente predisposti sul terreno, fino alle stesse canalette di scarico.

VI) Graticciate morte

Sulle scarpate parzialmente consolidate che tuttavia presentino radure vegetative ed erosione del suolo anche a causa dell'eccessiva pendenza delle scarpate stesse, l'Appaltatore provvederà a realizzare graticciate di lunghezza m 5-8, costituite da file di 4-5 pali di castagno di diametro in punta 6-8 cm, infissi nel terreno mediante battitura per 80-100 cm,

e successivo pareggio delle teste sgretolate per la battitura, con successivo intreccio alternato di pertichelle di castagno, carpino oppure orniello, per un'altezza di 50-60 cm di cui un terzo entro terra, della lunghezza di 5-8 m, e diametro in punta di cm 3-4, l'ultima delle quali fissata con chiodo di ferro a lato della sommità di ogni paletto.

La disposizione a quinconce delle graticciate sul piano delle scarpate dovrà essere in contropendenza rispetto alla pendenza della strada, con inclinazione di 1:8, ad evitare il ristagno di acqua piovana o di scolo, con interesse medio di m 3-5 misurato secondo la massima pendenza della scarpata stessa.

Il volume dietro la graticciata stessa dovrà essere colmato in piano per non più di 2/3 dell'altezza con terra vegetale, paglia ed eventuale letame, ed in esso verranno messe a dimora, secondo le indicazioni del Direttore dei lavori, talee di specie arboree o arbustive, ad interasse di cm 30-40, per le quali l'Appaltatore dovrà sostituire le fallanze fino al collaudo.

VII) Graticciate verdi

Saranno realizzate con gli stessi criteri generali delle graticciate morte, ma con paletti di diametro minore e ad interasse minore, tra i quali verranno tessuti a canestro virgulti vivi di salice, pioppo o tamerice del diametro di 1-2 cm, per un'altezza di 30-40 cm, ad interasse di 1-2 m misurato secondo la massima pendenza.

VIII) Sfalcio dell'erba e cure colturali

L'appaltatore è tenuto ad eseguire lo sfalcio meccanico o manuale delle aree a prato e a zolle, ogni volta che l'erba superi l'altezza di 30 cm, allontanando entro 24 ore erba e fieno, avendo cura di evitare la dispersione sul piano viabile.

L'appaltatore è tenuto a effettuare tutte le cure alle colture, sia da lui stesso messe a dimora, sia che già fossero presenti al momento della consegna dei lavori: dovrà provvedere alla sostituzione delle fallanze, alle potature, diserbi, sarchiature, concimazioni stagionali, sfalci, trattamenti antiparassitari, e all'annaffiamento in fase di attecchimento di ogni specie sia erbacea che arborea e arbustiva.

Le operazioni di cui sopra graveranno sull'Appaltatore, dal momento della consegna dei lavori al momento del collaudo, con la successiva garanzia di cui all'art. 1667 del codice civile, senza che possa pretendere compensi di sorta in aggiunta a quelli di elenco, nei quali si devono intendere già compresi e compensati.

IX) Georeti in juta antierosione

Nei terreni particolarmente delicati, soggetti ad erosione causata dal vento e dalla pioggia, nei quali occorre ricostituire il manto vegetativo, l'Appaltatore metterà in opera un telo di juta ininfiammabile, le cui funzioni sono di proteggere il terreno dal dilavamento e dalla evaporazione eccessiva, mantenendo più a lungo condizioni ambientali favorevoli all'attecchimento di specie erbacee precedentemente seminate.

Prima della stesa della rete la superficie dovrà essere liberata da pietre, rami e materiali d'ingombro, e andranno regolarizzate le buche e le sporgenze; nella parte a monte della superficie da proteggere andrà scavato un solco di cm 20x30, in cui sotterrare le estremità della rete, ripiegate per cm 20. La rete andrà tenuta molle sul terreno durante lo srotolamento, con sormonti tra i teli di cm 10.

La rete andrà fissata al terreno con chiodi ad U in ferro dolce di diametro 3-5 mm, infissi nel terreno lungo le giunzioni a distanza di 1 m.

Art. 49 – **Segnaletica stradale orizzontale**

A) Prescrizioni generali

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 assicuri 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).*

Le segnalazioni orizzontali realizzate, hanno notevole importanza in quanto, come espressamente sancito al comma 1° dell'art. 40 del vigente codice della strada, servono per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni e indicazioni sul comportamento da seguire. L'art. 137 del regolamento, al comma 1°, sancisce che le stesse segnalazioni, data la loro importanza, devono essere sempre visibili, sia di giorno sia di notte, sia in condizioni di asciutto che in presenza di pioggia. A tal scopo è fondamentale che le **segnalazioni orizzontali rispondano sempre ai requisiti prestazionali previsti dalla norma europea UNI EN 1436/2004**, che per il presente appalto si recepisce integralmente nelle sue specifiche generali o particolari se non in contrasto con le prescrizioni minime del suddetto capitolato speciale di appalto.

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri segni come indicato all'art. 40 del nuovo Codice della Strada ed all'art. 137 del Regolamento di attuazione.

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le prestazioni, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

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

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno provenire da produttori o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, e dovranno corrispondere come caratteristiche tecnico-qualitative ai requisiti di seguito esposti.

Pertanto, prima della consegna delle prestazioni, l'impresa appaltatrice indicherà alla Direzione Lavori il produttore o la fabbrica da cui intenderà rifornirsi per l'intera durata dell'appalto; ai fini della preventiva accettazione dovrà produrre la certificazione di qualità dei materiali, prodotta direttamente dal fornitore, accompagnata da certificati di prova rilasciati da laboratori riconosciuti.

La Provincia si riserva attraverso laboratorio ufficiale di verificare la rispondenza dei requisiti ritenuti di volta in volta necessari.

Qualora la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute: i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stessa Impresa.

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nel presente Capitolato, prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.
Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

In relazione alle qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.
I campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.
Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso le sedi distaccate ovvero le unità operative esterne dell'Area Coordinamento del Servizio II Gestione Viabilità, previa apposizione di sigillo o firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.
L'osservanza di uso dei materiali riconosciuti validi non esimerà l'Impresa dall'ottenimento dei valori prescritti di retroriflessione su strada che sono lo scopo delle lavorazioni e costituiscono la prestazione richiesta

Per le specifiche riguardanti la realizzazione della segnaletica orizzontale si richiama la norma UNI 11154 del settembre 2006. In particolare si richiamano i paragrafi che seguono.

Prima di iniziare un lavoro di posa della segnaletica orizzontale, l'Impresa deve effettuare le seguenti verifiche:

- verificare se lo stato della segnaletica preesistente, qualora presente, permette una sovrapposizione del prodotto senza rischi per la buona riuscita dell'applicazione stessa, tenendo in considerazione la compatibilità dei prodotti;
- verificare il tipo di supporto (conglomerato bituminoso, conglomerato bituminoso drenante, calcestruzzo, pietra) e la sua compatibilità con il materiale da applicare;
- accertarsi delle condizioni fisiche della superficie, per esempio che non ci sia presenza di crepe o irregolarità che possano ostacolare l'applicazione del materiale;
- verificare che il supporto risulti perfettamente pulito, privo cioè di agenti inquinanti quali per esempio macchie d'olio o di grasso, o resine provenienti dagli alberi, che possano influenzare la qualità della stesa;
- poiché la maggior parte dei materiali è incompatibile con l'acqua, verificare che il supporto sia asciutto e che la sua temperatura rientri nell'intervallo previsto per l'applicazione del materiale come risulta dalla scheda tecnica del produttore;
- rilevare i valori di temperatura del supporto ed umidità relativa dell'aria prima della stesa, che devono rientrare nell'intervallo previsto per il prodotto da utilizzare (vedere scheda tecnica del produttore);

Nel caso in cui non si siano verificate le condizioni idonee all'applicazione, l'Impresa non deve procedere all'esecuzione del lavoro e deve avvisare la Direzione Lavori per avere istruzioni.

La fase di tracciamento e preparazione è indipendente dal tipo di prodotto utilizzato e per quanto riguarda le figure da realizzare si deve far riferimento alla legislazione vigente (DPR n° 495/1992 "Regolamento d'esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada").
I tipi di tracciamento sono sostanzialmente quattro:

- il primo metodo prevede l'utilizzo di dime, per esempio per le scritte o per i passaggi pedonali ortogonali;

- il secondo metodo richiede l'uso del filo gessato: si tratta di un filo impregnato di polvere di gesso il quale, lasciato cadere per terra, segna la guida di dove si dovrà posare il materiale segnaletico; generalmente è utilizzato per segnare le mezzerie ola striscia laterale su tratti medi e brevi oltre che per passaggi pedonali e strisce d'arresto;
- il terzo metodo si avvale dell'uso del tracciolino: si utilizza la macchina traccia-linee a vernice la quale, tramite un piccolo ugello, segna la superficie con una sottile linea che l'operatore dovrà seguire in fase di posa del prodotto.
- il quarto metodo fa uso di una corda-guida di riferimento.

Per quanto concerne la preparazione dei piani, questi dovranno essere puliti ed esenti da agenti inquinanti che possano compromettere la realizzazione del ripasso a regola d'arte. **La pulizia è a carico dell'Appaltatore**.
Una volta completate le operazioni di tracciamento e preparazione, si può procedere con la posa del materiale.

B) Pitture a base acqua e solvente

1. PITTURA ACRILICA PREMISCELATA O POSTSPRUZZATA

1.1 Descrizione generale

La pittura per segnaletica orizzontale di cui all'oggetto deve essere a base solvente del tipo rifrangente premiscelato - e cioè contenere microsfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione - o post-spruzzato, cioè arricchito mediante l'aggiunta di sfere di vetro durante la posa in opera.

1.2 Caratteristiche della Pittura

1.2.1 Condizioni e stabilità:

La pittura deve essere già pronta per l'uso, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali; dovrà essere omogenea, ben dispersa e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà diventare gelatinosa od ispessirsi.
La pittura dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola e dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento fino a 12 mesi dalla data di consegna, in quanto gli eventuali quantitativi di materiale non immediatamente utilizzati debbono mantenere assolutamente inalterate le caratteristiche intrinseche ed applicative per tutto il periodo più sopra indicato.
La pittura 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 se applicata durante i mesi estivi su pavimentazioni bituminose, non dovrà presentare tracce inquinamento di sostanze bituminose.

1.2.2 Caratteristiche chimico-fisiche:

Il liquido portante dovrà essere del tipo acrilico a solvente ed il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio.

1.2.2.1 Peso specifico:

Il peso specifico dovrà essere compreso tra 1,6 e 1,65 Kg/dm3 a 25 °C (ASTM D1475).

1.2.2.2 Viscosità:

La pittura, nello stato in cui viene consegnata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le normali macchine traccialinee e la consistenza misurata con il viscosimetro Stormer-Krebs a 25 °C dovrà essere compresa fra 85 e 95 KU (ASTM D562).
La pittura che cambi consistenza entro dodici mesi dopo la consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

1.2.2.3 Pigmento:

Il contenuto di biossido di titanio (TiO2) non dovrà essere inferiore al 14% in peso sul totale del prodotto verniciante (ASTM D1394).

1.2.2.4 Resina:

Il contenuto totale di resina secca non dovrà essere inferiore al 15% in peso sul totale del prodotto verniciante (UNI 9376).

1.2.2.5 Solvente:

Il contenuto totale di acqua e solventi non dovrà essere superiore al 25% in peso sul totale del prodotto verniciante (UNI EN ISO 3251).

1.2.2.6 Microsfere di vetro premiscelate:

Le microsfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per l'80% del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme (UNI EN 1423).

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,5 (UNI EN 1423).

La percentuale in peso di microsfere contenute in ogni Kg di vernice premiscelata dovrà essere superiore al **15%** (UNI EN 12802).

La granulometria delle microsfere di vetro contenute nella pittura (premiscelate), determinata con il metodo ASTM D 1214 (o UNI 9597), dovrà essere conforme alle caratteristiche indicate nella seguente tabella:

Setaccio ASTM N°	**Luce netta in micron**	**Massa passante** (% in peso)
70	0.210	**100**
140	0.105	**15 - 55**
230	0.063	**0 - 10**

Le sfere di vetro dovranno essere sottoposte alle prove indicate nell'appendice B della norma UNI EN 1423 e non dovranno subire alcuna alterazione (velatura, opacizzazione) all'azione di soluzioni acide tamponate a pH 5,0 - 5,3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o solfuro di sodio.

1.3 Applicazione

1.3.1 Idoneità d'applicazione:

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

1.3.2 Diluizione:

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del **5%** in peso.

1.3.3 Potere coprente:

Il rapporto di contrasto C (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al 98%. La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 2,8 e 3,1 m2/l (ASTM D2805).

1.3.4 Tempo di essiccamento:

Il tempo di essiccazione, controllato in Laboratorio secondo la norma ASTM D711, dovrà essere inferiore a 8 minuti.

La pittura quando applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di Kg. 0,120 per ml di striscia larga cm. 12 ed alla temperatura dell'aria compresa tra i 15 e 40°C e umidità relativa non superiore al 70% dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30 minuti dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo la vernice non

dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

1.4 Caratteristiche specifiche per la versione premiscelata

1.4.1 Spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di durata richieste, lo spessore del film **umido di pittura applicato dovrà essere pari ad almeno 300 micron.**

1.4.2 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno
sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.
La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.
La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE x,y ed un fattore di luminanza β iniziale pari ad almeno 0,50.

1.4.3 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_L}$ dovrà essere rilevato in sito in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

1.4.4 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).
La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.
La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa.

1.5 Caratteristiche specifiche per la versione postspruzzata

1.5.1 Caratteristiche e dosaggio delle microsfere post-spruzzate

Le microsfere di vetro per la postspruzzatura, operazione necessaria per ottenere i valori minimi di retroriflessione notturna previsti,dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per l'80% del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme (UNI EN 1423).
L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,5 (UNI EN 1423).
La granulometria delle microsfere di vetro postspruzzate dovrà essere corrispondente alla granulometria indicata nel prospetto n. 3 della norma UNI EN 1423 (granulometria media):

Setaccio ASTM N°	**Setacci ISO 565 R40/3** (Luce netta in micron)	**Massa cumulativa trattenuta** (% in peso)
25	710	**0 – 2**
30	600	**0 – 10**
45	355	**30 – 70**
70	210	**70 - 100**
120	125	**95 – 100**

Il dosaggio in microsfere di vetro postspruzzate dovrà essere pari a minimo 300 g/m2.

1.5.2 Spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di visibilità e durata richieste, lo spessore del film umido di pittura applicato dovrà essere pari ad almeno **400** micron.

1.5.3 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.

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

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un fattore di luminanza **β** iniziale pari ad almeno **0,50**.

1.5.4 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_L}$ in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ **200** mcd/($m^2 \cdot lx$).

1.5.5 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa, e in ogni caso il valore SRT iniziale rilevato non dovrà essere inferiore a **50 SRT**.

1.6 Ambiente e sicurezza:

La ditta fornitrice si impegna a rispettare tutte le norme vigenti in materia classificazione, imballaggio ed etichettatura per l'utilizzo di preparati pericolosi (vernice e diluente); inoltre in occasione della prima fornitura deve essere consegnata la scheda di sicurezza come previsto dal D.Lgs. n.285 del 16.07.98.

Le pitture saranno confezionate in fustini nuovi (di tipo omologato nel pieno rispetto della normativa ADR) con coperchio ad apertura completa e del peso massimo di kg 30.

1.7 Tabella Riassuntiva dei requisiti per la pittura acrilica, premiscelata o post-spruzzata

Caratteristiche	**Valore**
Peso specifico a 25 °C (ASTM D 1475)	**1,6 – 1,65 kg / dm^3**
Viscosità a 25 °C (ASTM D 562)	**85 - 95 KU**
Pigmento (ASTM D1394)	**≥ 14 %**
Resina (UNI 9376)	**≥ 15 %**
Solvente (UNI EN ISO 3251)	**≤ 25 %**
Microsfere di vetro premiscelate: • sferiche senza difetti (UNI EN 1423) • indice di rifrazione (UNI EN 1423) • percentuale in peso(UNI EN 12802) • granulometria - passanti al setaccio n.70 - passanti al setaccio n. 140 - passanti al setaccio n 230	 **≥ 80 %** **≥ 1,5** **≥ 15 %** **100 %** **15 – 55 %** **0 – 10%**
Diluizione vernice (diluente)	**≤ 5 %**

Potere coprente (ASTM D 2805)	**98% con 2,8 – 3,1 m^2 / l**
Tempo di essiccamento a 25 °C (ASTM D 711)	**≤ 8 min.**
Essiccamento su strada (15 - 40°C, UR ≤ 70%)	**≤ 30 min.**
Caratteristiche versione premiscelata	**Valore**
Spessore film umido	**≥ 300 micron**
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	**Conformi al bianco CIE x,y** **≥ 0,50**
Caratteristiche versione post-spruzzata	**Valore**
Microsfere di vetro postspruzzate: • Sfericità senza difetti (UNI EN 1423) • Indice di rifrazione (UNI EN 1423) • Dosaggio • Granulometria (prospetto 3 – UNI EN 1423) - trattenuta al setaccio 710 - trattenuta al setaccio 600 - trattenuta al setaccio 355 - trattenuta al setaccio 212 - trattenuta al setaccio 125	**≥ 80 %** **≥ 1,5** **≥ 300 g / m^2** **0 - 2 %** **0 - 10%** **30 - 70 %** **70 - 100 %** **95 – 100%**
Spessore film umido	**≥ 400 micron**
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	**Conformi al bianco CIE x,y** **≥ 0,50**
Riflessione Qd (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto	**≥ 150 mcd / (lux * m^2)**
Retroriflessione R_L (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - Iniziale su bagnato	**≥ 200 mcd / (lux * m^2)** **≥ 35 mcd / (lux * m^2)**
Antiscivolosità iniziale (UNI EN 1436)	**≥ 50 SRT**

2. PITTURA A BASE ACQUA, PREMISCELATA O POST-SPRUZZATA

2.1 Descrizione generale

La pittura per segnaletica orizzontale di cui all'oggetto deve essere a base acqua del tipo rifrangente premiscelato - e cioè contenere microsfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione - o post-spruzzato, cioè arricchito mediante l'aggiunta di sfere di vetro durante la posa in opera.

2.2 Caratteristiche della Pittura

2.2.1 Condizioni e stabilità:

La pittura deve essere già pronta per l'uso, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali; dovrà essere omogenea, ben dispersa e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà diventare gelatinosa od ispessirsi.

La pittura dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola e dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento fino a 6 mesi dalla data di consegna, in quanto gli eventuali quantitativi di materiale non immediatamente utilizzati debbono mantenere assolutamente inalterate le caratteristiche intrinseche ed applicative per tutto il periodo più sopra indicato.

La pittura 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 se applicata durante i mesi estivi su pavimentazioni bituminose, non dovrà presentare tracce inquinamento di sostanze bituminose.

2.2.2 Caratteristiche chimico-fisiche:

Il liquido portante dovrà essere del tipo acrilico all'acqua ed il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio.

2.2.2.1 Peso specifico:

Il peso specifico dovrà essere compreso fra 1,65 e 1,68 Kg/dm3 a 25 °C (ASTM D1475).

2.2.2.2 Viscosità:

La pittura, nello stato in cui viene consegnata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le normali macchine traccialinee e la consistenza misurata con il viscosimetro Stormer-Krebs a 25 °C dovrà essere compresa fra 85 e 95 KU (ASTM D562).

La pittura che cambi consistenza entro sei mesi dopo la consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

2.2.2.3 Pigmento:

Il contenuto di biossido di titanio (TiO2) non dovrà essere inferiore al 12% in peso sul totale del prodotto verniciante (ASTM D1394).

2.2.2.4 Resina:

Il contenuto totale di resina secca non dovrà essere inferiore al 16% in peso sul totale del prodotto verniciante (UNI 9376).

2.2.2.5 Solvente:

Il contenuto totale di acqua e solventi non dovrà essere superiore al 25% in peso sul totale del prodotto verniciante (UNI EN ISO 3251).

2.2.2.6 Microsfere di vetro premiscelate:

Le microsfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per l'80% del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme (UNI EN 1423).

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,5 (UNI EN 1423).

La percentuale in peso di microsfere contenute in ogni Kg di vernice premiscelata dovrà essere superiore al 15% (UNI EN 12802).

La granulometria delle microsfere di vetro contenute nella pittura (premiscelate), determinata con il metodo ASTM D 1214 (o UNI 9597), dovrà essere conforme alle caratteristiche indicate nella seguente tabella:

Setaccio ASTM N°	**Luce netta in micron**	**Massa passante** (% in peso)
70	0.210	**100**
140	0.105	**15 - 55**
230	0.063	**0 - 10**

Le sfere di vetro dovranno essere sottoposte alle prove indicate nell'appendice B della norma UNI EN 1423 e non dovranno subire alcuna alterazione (velatura, opacizzazione) all'azione di soluzioni acide tamponate a pH 5,0 - 5,3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o solfuro di sodio.

2.3 Applicazione

2.3.1 Idoneità d'applicazione:

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

2.3.2 Diluizione:

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di acqua fino al massimo del **5%** in peso.

2.3.3 Potere coprente:

Il rapporto di contrasto **C** (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al **98%**. La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra **2,5** e **2,7** m^2/l (ASTM D2805).

2.3.4 Tempo di essiccamento:

Il tempo di essiccazione, controllato in Laboratorio secondo la norma ASTM D711, dovrà essere inferiore a **10 minuti**.

La pittura quando applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di Kg. 0,120 per ml di striscia larga cm. 12 ed alla temperatura dell'aria compresa tra i 15 e 40°C e umidità relativa non superiore al 70% dovrà asciugarsi sufficientemente entro **30 minuti** dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

2.4 Caratteristiche specifiche per la versione premiscelata

2.4.1 Spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di durata richieste, lo spessore del film umido di pittura applicato dovrà essere pari ad almeno **300** micron.

2.4.2 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.

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

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un fattore di luminanza **β** iniziale pari ad almeno **0,50**.

2.4.3 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_L}$ dovrà essere rilevato in sito in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

2.4.4 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata e comunque non inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa.

2.5 Caratteristiche specifiche per la versione post-spruzzata

2.5.1 Caratteristiche e dosaggio delle microsfere post-spruzzate

Le microsfere di vetro per la postspruzzatura, operazione necessaria per ottenere i valori minimi di retroriflessione notturna previsti,dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per l'**80%** del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme (UNI EN 1423).

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad **1,5** (UNI EN 1423).

La granulometria delle microsfere di vetro postspruzzate dovrà essere corrispondente alla granulometria indicata nel prospetto n. 3 della norma UNI EN 1423 (granulometria media):

Setaccio ASTM N°	**Setacci ISO 565 R40/3** (Luce netta in micron)	**Massa cumulativa trattenuta** (% in peso)
25	710	**0 – 2**
30	600	**0 – 10**
45	355	**30 – 70**
70	210	**70 - 100**
120	125	**95 – 100**

Il dosaggio in microsfere di vetro postspruzzate dovrà essere pari a minimo 300 g/m2.

2.5.2 Spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di visibilità e durata richieste, lo spessore del film umido di pittura applicato dovrà essere pari ad almeno **400** micron.

2.5.3 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.

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

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un fattore di luminanza **β** iniziale pari ad almeno **0,50**.

2.5.4 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_L}$ in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ **200** mcd/($m^2 \cdot lx$).

2.5.5 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa, e in ogni caso il valore SRT iniziale rilevato non dovrà essere inferiore a **50 SRT**.

2.6 Ambiente e sicurezza:

La ditta fornitrice si impegna a rispettare tutte le norme vigenti in materia classificazione, imballaggio ed etichettatura per l'utilizzo di preparati pericolosi (vernice e diluente); inoltre in occasione della prima fornitura deve essere consegnata la scheda di sicurezza come previsto dal D.Lgs. n.285 del 16.07.98.

Le pitture saranno confezionate in fustini nuovi (di tipo omologato nel pieno rispetto della normativa ADR) con coperchio ad apertura completa e del peso massimo di kg 30.

2.7 Tabella Riassuntiva dei requisiti per la pittura a base acqua, premiscelata o post-spruzzata

Caratteristiche generali	**Valore**
Peso specifico a 25 °C (ASTM D 1475)	**1,65 - 1,68 kg / dm^3**
Viscosità a 25 °C (ASTM D 562)	**85 - 95 KU**
Pigmento (ASTM D1394)	**≥ 12 %**
Resina (UNI 9376)	**≥ 16 %**
Solvente (UNI EN ISO 3251)	**≤ 25 %**
Microsfere di vetro premiscelate: • sferiche senza difetti (UNI EN 1423) • indice di rifrazione (UNI EN 1423) • percentuale in peso(UNI EN 12802) • granulometria - passanti al setaccio n.70 - passanti al setaccio n. 140 - passanti al setaccio n 230	 **≥ 80 %** **≥ 1,5** **≥ 15 %** **100 %** **15 – 55 %** **0 – 10%**
Diluizione vernice (acqua)	**≤ 5 %**
Potere coprente (ASTM D 2805)	**98% con 2,5 - 2,7 m^2 / l**

Tempo di essiccamento a 25 °C (ASTM D 711)	**≤ 10 min.**
Essiccamento su strada (15 - 40°C, UR ≤ 70%)	**≤ 30 min.**
Caratteristiche versione premiscelata	**Valore**
Spessore film umido	**≥ 300 micron**
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	 **Conformi al bianco CIE x,y** **≥ 0,50**
Caratteristiche versione post-spruzzata	**Valore**
Microsfere di vetro postspruzzate: • Sfericità senza difetti (UNI EN 1423) • Indice di rifrazione (UNI EN 1423) • Dosaggio • Granulometria (prospetto 3 – UNI EN 1423) - trattenuta al setaccio 710 - trattenuta al setaccio 600 - trattenuta al setaccio 355 - trattenuta al setaccio 212 - trattenuta al setaccio 125	 **≥ 80 %** **≥ 1,5** **≥ 300 g / m²** **0 - 2 %** **0 - 10%** **30 - 70 %** **70 - 100 %** **95 – 100%**
Spessore film umido	**≥ 400 micron**
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	 **Conformi al bianco CIE x,y** **≥ 0,50**
Riflessione Qd (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto	 **≥ 150 mcd / (lux * m²)**
Retroriflessione R_L (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - Iniziale su bagnato	 **≥ 200 mcd / (lux * m²)** **≥ 35 mcd / (lux * m²)**
Antiscivolosità iniziale (UNI EN 1436)	**≥ 50 SRT**

C) Bicomponenti colati a freddo

3. BICOMPONENTE PLASTICO STRUTTURATO, VISIBILE SU BAGNATO

3.1 Descrizione generale

I prodotti plastici a freddo di cui all'oggetto, dovranno essere costituiti da aggregati di colore chiaro, pigmenti, inerti e microsfere in cermaica (o equivalenti), legate insieme da resine sintetiche di tipo acrilico. Tali materiali dovranno poter essere utilizzati sia per la delineazione di segnaletica longitudinale, che di passaggi pedonali , fasce di arresto, etc.
Le particelle retroriflettenti dovranno conferire al prodotto applicato elevate caratteristiche di visibilità in qualsiasi condizione atmoaferica, comprese le situazioni di pioggia o superficie bagnata.

3.2 Caratteristiche del bicomponente

3.2.1 Caratteristiche chimico-fisiche:

Il liquido portante dovrà essere del tipo metil-metacrilato ed il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio.

3.2.1.1 Peso specifico:

Il peso specifico dovrà essere compreso tra **1,9** e **2,0** Kg/dm^3 a 25 °C (ASTM D1475).

3.2.2.3 Pigmento:

Il contenuto di biossido di titanio (TiO_2) dovrà essere compresotra il **5** e il **10%** in peso sul totale del prodotto verniciante (ASTM D1394).

3.3 Post-spruzzatura: Caratteristiche degli elementi ottici ad elevate prestazioni

3.3.1 Proprietà e dosaggio:

Gli elementi ottici ad elevate prestazioni di cui all'oggetto, dovranno essere costituiti da microsfere cristalline di tipo ceramico o equivalenti, in grado di offrire caratteristiche di visibilità in qualsiasi condizione atmosferica, compreso in particolare il caso di superficie bagnata.

Per ottimizzare la resa fotometrica nelle condizioni citate, gli elementi ottici dovranno essere costituite da una miscela di mocrosfere con indici di rifrazione pari ad almeno **1,8** o a **2,4**,.

Il dosaggio degli elementi ottici ad elevate prestazioni dovrà essere pari a minimo 200 g/m2.

All'interno della miscela di particelle ottiche potranno essere aggiunte anche microsfere in vetro di varia granulometria, purché conformi alla Norma UNI EN 1423.

3.4 Applicazione e caratteristiche di visibilità

3.4.1 Dosaggio e spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di visibilità e di durata richieste, la quantità di materiale da applicare dovrà essere pari ad almeno **2,7** kg/m^2, pari a spessori variabili tra **1,5** e **3** millimiteri.

3.4.2 Tempo di essiccamento:

La pittura applicata sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, alla temperatura dell'aria compresa tra i 15 e 40°C e umidità relativa non superiore al 70% dovrà asciugarsi sufficientemente entro **20 minuti** dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

3.4.3 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.

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

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un coefficiente di luminanza diffusa $\mathbf{Q_d}$ iniziale pari ad almeno **160** mcd/(m^2 · lx).

3.4.4 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_L}$ in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ **300** mcd/(m^2 · lx) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ **100** mcd/(m^2 · lx) per una durata di almeno **36** mesi.

In condizioni di superficie stradale bagnata, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_W}$ in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa su bagnato dovrà avere un valore iniziale ≥ **55** mcd/(m^2 · lx) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ **25** mcd/(m^2 · lx) per una durata di almeno **36** mesi.

3.4.5 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa, e in ogni caso il valore SRT iniziale rilevato non dovrà essere inferiore a **55 SRT**.

3.5 Ambiente e sicurezza:

La ditta fornitrice si impegna a rispettare tutte le norme vigenti in materia classificazione, imballaggio ed etichettatura per l'utilizzo di preparati pericolosi (vernice e diluente); inoltre in occasione della prima fornitura deve essere consegnata la scheda di sicurezza come previsto dal D.Lgs. n.285 del 16.07.98.

Le pitture saranno confezionate in fustini nuovi (di tipo omologato nel pieno rispetto della normativa ADR) con coperchio ad apertura completa e del peso massimo di kg 30.

3.6 Tabella Riassuntiva dei requisiti per il bicomponente plastico strutturato, visibile su bagnato

Caratteristiche	**Valore**
Peso specifico a 25 °C (ASTM D 1475)	**1,9 – 2,0 kg / dm^3**
Pigmento (ASTM D1394)	**5 – 10 %**
Elementi ottici ad elevate prestazioni: • indice di rifrazione • dosaggio	 **≥ 1,8 e ≥ 2,4** **≥ 200 g / m^2**
Dosaggio bicomponente	**≥ 2,7 kg / m^2**
Spessore applicato	**1,5 – 3 mm**
Essiccamento su strada (15 - 40°C, UR ≤ 70%)	**≤ 20 min.**
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Luminanza diffusa iniziale	 **Conformi al bianco CIE x,y** **≥ 160**
Rifrangenza (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - Iniziale su bagnato - In uso su asciutto (min. **36 mesi**) - In uso su bagnato (min. **36 mesi**)	 **≥ 300 mcd / (lux * m^2)** **≥ 55 mcd / (lux * m^2)** **≥ 100 mcd / (lux * m^2)** **≥ 35 mcd / (lux * m^2)**
Antiscivolosità iniziale (UNI EN 1436)	**≥ 55 SRT**

D) Laminati elastoplastici

4. LAMINATO AD ALTISSIMA RIGRANGENZA PER SEGNALETICA LONGITUDINALE

4.1 Descrizione generale

Laminato elastoplastico autoadesivo ad altissima rifrangenza ed antisdrucciolo con supporto in gomma contenente polimeri di alta qualità e microsfere in vetro e ceramica (o equivalenti). Il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsfere e le particelle antiscivolo risultino immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco. Il suddetto materiale dovrà essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme ISO UNI EN 9000.

4.1.2 Spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore compreso tra **1,5** e **2** mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione (art. 137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

4.1.3 Microsfere

Le microsfere del tipo in ceramica (o equivalente) ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione superiore a **1,7**.

Il materiale dovrà contenere al suo interno anche microsfere in vetro, ad indice di rifrazione non inferiore a **1,5**.

4.2 Caratteristiche di visibilità

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti, definiti nella Norma UNI EN1436:

4.2.1 Visibilità diurna:

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

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un fattore di luminanza **β** iniziale pari ad almeno **0,60**.

4.2.2 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_L}$ in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ **400** mcd/($m^2 \cdot lx$) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ **100** mcd/($m^2 \cdot lx$) per una durata di almeno **48** mesi.

4.2.3 Resistenza al derapaggio La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito iniziale dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore a **60 SRT**, ed il valore in uso, in normali condizioni di traffico, non dovrà essere inferiore a **45 SRT** per una durata di almeno **48** mesi.

4.3 Posa in opera

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente mediante uno speciale "primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e margine), il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio.

4.4 Garanzia

La Ditta appaltatrice, verificatane l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantire la durata, in normali condizioni di traffico, non inferiore a **48** mesi su tutti i tipi di pavimentazione, ad esclusione del porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione. Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, la Ditta aggiudicataria è tenuta al ripristino nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato.

Ai sensi del D.LGS. 358/92, del D.P.R. 573/94 e della circolare MIN LLPP 16/05/97 n° 2357, per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato di antiscivolosità
- certificato di rifrangenza
- certificato comprovante la presenza di microsfere in ceramica
- certificato attestante che il laminato elastoplastico è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice dei laminati elastoplastici con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta appaltatrice sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

4.5 Tabella Riassuntiva dei requisiti per il laminato ad altissima rifrangenza per segnaletica longitudinale

Caratteristiche	**Valore**
Spessore	**1,5 – 2 mm**
Indice di rifrazione microsfere in ceramica	**> 1,7**
Indice di rifrazione microsfere in vetro	**≥ 1,5**
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	 **Conformi al bianco CIE x,y** **≥ 0,60**
Rifrangenza (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - In uso su asciutto (min. 48 mesi)	 **≥ 400 mcd / (lux * m^2)** **≥ 100 mcd / (lux * m^2)**
Antiscivolosità (UNI EN 1436) - Iniziale - In uso su asciutto (min. 48 mesi)	 **≥ 60 SRT** **≥ 45 SRT**
Durata - su tutti i tipi di pavimentazione, eccetto porfido	 **≥ 48 mesi**

5. LAMINATO AD ALTA RIGRANGENZA PER SEGNALETICA LONGITUDINALE

5.1 Descrizione generale

Laminato elastoplastico autoadesivo ad alta rifrangenza ed antisdrucciolo con supporto in gomma contenente polimeri di alta qualità e microsfere in vetro e ceramica (o equivalenti). Le microsfere e le particelle antiscivolo dovranno cioè risultare immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco. Il materiale dovrà essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000.

5.1.2 Spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore non inferiore a **1** mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione (art. 137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

5.1.3 Microsfere

Le microsfere del tipo in ceramica (o equivalente) ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione superiore a **1,7**.

Il materiale dovrà contenere al suo interno anche microsfere in vetro, ad indice di rifrazione non inferiore a **1,5**.

5.2 Caratteristiche di visibilità

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti, definiti nella Norma UNI EN1436:

6. Visibilità diurna:

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

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un fattore di luminanza **β** iniziale pari ad almeno **0,60**.

5.2.2 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_L}$ in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ **300** mcd/(m^2 · lx) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ **100** mcd/(m^2 · lx) per una durata di almeno **24** mesi.

5.2.3 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).
La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.
La resistenza all'attrito iniziale dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore a **55 SRT**, ed il valore in uso, in normali condizioni di traffico, non dovrà essere inferiore a **45 SRT** per una durata di almeno **24** mesi.

5.3 Posa in opera

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente mediante uno speciale "primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e margine), il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio.

5.4 Garanzia

La Ditta appaltatrice, verificatane l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantire la durata, in normali condizioni di traffico, non inferiore a **24** mesi su tutti i tipi di pavimentazione, ad esclusione del porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione. Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, la Ditta aggiudicataria è tenuta al ripristino nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato.
Ai sensi del D.LGS. 358/92, del D.P.R. 573/94 e della circolare MIN LLPP 16/05/97 n° 2357, per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato di antiscivolosità
- certificato di rifrangenza
- certificato comprovante la presenza di microsfere in ceramica
- certificato attestante che il laminato elastoplastico è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice dei laminati elastoplastici con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta appaltatrice sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

5.5 Tabella Riassuntiva dei requisiti per il laminato ad alta rifrangenza per segnaletica longitudinale

Caratteristiche	**Valore**
Spessore	**≥ 1 mm**
Indice di rifrazione microsfere in ceramica	**> 1,7**
Indice di rifrazione microsfere in vetro	**≥ 1,5**
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	 **Conformi al bianco CIE x,y** **≥ 0,60**
Rifrangenza (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - In uso su asciutto (min. 24 mesi)	 **≥ 300 mcd / (lux * m^2)** **≥ 100 mcd / (lux * m^2)**
Antiscivolosità (UNI EN 1436) - Iniziale - In uso su asciutto (min. 24 mesi)	 **≥ 55 SRT** **≥ 45 SRT**

Durata - Applicazione su tutti i tipi di pavimentazione, eccetto porfido	**≥ 24 mesi**

6. LAMINATO AD ALTA RIGRANGENZA PER SEGNALETICA LONGITUDINALE, PASSAGGI PEDONALI E SIMBOLOGIE

6.1 Descrizione generale

Laminato elastoplastico autoadesivo ad alta rifrangenza ed antisdrucciolo con supporto in gomma contenente polimeri di alta qualità e microsfere in vetro. Il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsfere e le particelle antiscivolo risultino immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco. Il suddetto materiale dovrà essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme ISO UNI EN 9000.

6.1.2 Spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore compreso tra **1,5** e **2** mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione (art. 137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

6.1.3 Microsfere

Le microsfere in vetro ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione superiore a **1,5**.

6.2 Caratteristiche di visibilità

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti, definiti nella Norma UNI EN1436:

6.2.1 Visibilità diurna:

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

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un fattore di luminanza **β** iniziale pari ad almeno **0,60**.

6.2.2 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_L}$ in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ **250** mcd/(m^2 · lx) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ **100** mcd/(m^2 · lx) per una durata di almeno **24** mesi.

6.2.3 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito iniziale dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore a **55 SRT**, ed il valore in uso, in normali condizioni di traffico, non dovrà essere inferiore a **45 SRT** per una durata di almeno **24** mesi.

6.3 Posa in opera

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente con o senza l'uso di una preparatore di superficie (primer), eventualmente da applicare solamente sul manto d'asfalto.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e margine), il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio.

6.4 Garanzia

La Ditta appaltatrice, verificatane l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantire la durata, in normali condizioni di traffico, non inferiore a **24** mesi su pavimentazioni nuove con il metodo ad incasso e in generale per applicazioni con primer, oppure non inferiore a **18** mesi per applicazioni senza primer, su tutti i tipi di pavimentazione già esistenti, ad esclusione del porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione. Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, la Ditta aggiudicataria è tenuta al ripristino nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato.

Ai sensi del D.LGS. 358/92, del D.P.R. 573/94 e della circolare MIN LLPP 16/05/97 n° 2357, per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato di antiscivolosità
- certificato di rifrangenza
- certificato attestante che il laminato elastoplastico è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice dei laminati elastoplastici con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta appaltatrice sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

6.5 Tabella Riassuntiva dei requisiti per il laminato ad alta rifrangenza per segnaletica longitudinal e, passaggi pedonali e simbologie

Caratteristiche	**Valore**
Spessore	**1,5 – 2 mm**
Indice di rifrazione microsfere in vetro	**≥ 1,5**
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	 **Conformi al bianco CIE x,y** **≥ 0,60**
Rifrangenza (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - In uso su asciutto (min. 24 mesi)	 **≥ 250 mcd / (lux * m^2)** **≥ 100 mcd / (lux * m^2)**
Antiscivolosità (UNI EN 1436) - Iniziale - In uso su asciutto (min. 24 mesi)	 **≥ 55 SRT** **≥ 45 SRT**
Durata - Applicazione su nuovo (metodo ad incasso) o con primer - Applicazione su esistente senza primer, eccetto porfido	 **≥ 24 mesi** **≥ 18 mesi**

7. LAMINATO PER PASSAGGI PEDONALI E SIMBOLOGIE

7.1 Descrizione generale

Laminato elastoplastico autoadesivo, rifrangente ed antisdrucciolo con supporto in gomma contenente polimeri di alta qualità e microsfere in vetro. Il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsfere e le particelle antiscivolo risultino immerse

in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco. Il suddetto materiale dovrà essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme ISO UNI EN 9000.

7.1.2 Spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore compreso tra **0,8** e **1,2** mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione (art. 137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

7.1.3 Microsfere

Le microsfere in vetro ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione superiore a **1,5**.

7.2 Caratteristiche di visibilità

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti, definiti nella Norma UNI EN1436:

7.2.1 Visibilità diurna:

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

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un fattore di luminanza **β** iniziale pari ad almeno **0,60**.

7.2.2 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa $\mathbf{R_L}$ in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ **300** mcd/($m^2 \cdot lx$) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ **100** mcd/($m^2 \cdot lx$) per una durata di almeno **18** mesi.

7.2.3 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito iniziale dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore a **60 SRT**, ed il valore in uso, in normali condizioni di traffico, non dovrà essere inferiore a **45 SRT** per una durata di almeno **18** mesi.

7.3 Posa in opera

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente con o senza l'uso di una preparatore di superficie (primer), eventualmente da applicare solamente sul manto d'asfalto.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e margine), il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio.

7.4 Garanzia

La Ditta appaltatrice, verificatane l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantire la durata, in normali condizioni di traffico, non inferiore a **24** mesi su pavimentazioni nuove con il metodo ad incasso, oppure non inferiore a **18** mesi su tutti i tipi di pavimentazione già esistenti, ad esclusione del porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione. Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, la Ditta aggiudicataria è tenuta al ripristino nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato.

Ai sensi del D.LGS. 358/92, del D.P.R. 573/94 e della circolare MIN LLPP 16/05/97 n° 2357, per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato di antiscivolosità
- certificato di rifrangenza
- certificato attestante che il laminato elastoplastico è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice dei laminati elastoplastici con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta appaltatrice sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

7.5 Tabella Riassuntiva dei requisiti per il laminato ad alta rifrangenza per segnaletica longitudinale, passaggi pedonali e simbologie

Caratteristiche	**Valore**
Spessore	**0,8 – 1,2 mm**
Indice di rifrazione microsfere in vetro	**> 1,5**
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	**Conformi al bianco CIE x,y** **≥ 0,60**
Rifrangenza (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - In uso su asciutto (min. 18 mesi)	**≥ 300 mcd / (lux * m^2)** **≥ 100 mcd / (lux * m^2)**
Antiscivolosità (UNI EN 1436) - Iniziale - In uso su asciutto (min. 18 mesi)	**≥ 60 SRT** **≥ 45 SRT**
Durata - Applicazione su nuovo (metodo ad incasso) - Applicazione su tutti i tipi di pavimentazione, eccetto porfido	**≥ 24 mesi** **≥ 28 mesi**

E) Prestazioni e requisiti della segnaletica orizzontale

Il presente articolo richiama la norma europea UNI EN 1436/2004 e l'obbligo dell'appaltatore al rispetto integrale della stessa norma, anche per le parti non espressamente riportate.
La norma specifica le prestazioni che la segnaletica orizzontale di colore bianco e giallo deve possedere per garantire all'utente della strada una buona funzionalità.
Vengono di seguito definiti tali requisiti, in base a quanto previsto dalla Norma UNI EN 1436/2004.
Gli standard prestazionali richiesti sono la riflessione in condizioni di luce diurna e di illuminazione artificiale (Qd), la retroriflessione in condizioni di illuminamento mediante i fari degli autoveicoli (R_L), il colore e la resistenza allo derapaggio.
Per le verifiche dei parametri prestazionali previsti ci si dovrà basare sulle metodologie eseguibili con "**strumentazione puntuale**" e tutti i sistemi e metodi di misurazione devono basarsi sulla norma di riferimento UNI EN 1436/2004.
I valori che saranno di norma controllati ai fini delle valutazioni della DL saranno prioritariamente la riflessione (Qd) e la retroriflessione con luce artificiale (R_L) (visibilità notturna). In caso di non rispetto dei minimi richiesti, anche di uno dei parametri suddetti, l'appaltatore dovrà rifare a sue spese e senza pretendere nessun compenso aggiuntivo, il rifacimento della segnaletica orizzontale nel tratto stradale che non ha soddisfatto entrambi i requisiti minimi (Qd ed R_L).
Qualora l'appaltatore non ottemperi al rifacimento della segnaletica orizzontale che non ha rispettato i requisiti di accetabilità minimi richiesti, si dovrà procedere come di seguito:

- mancato riconoscimento negli atti contabili delle lavorazioni eseguite nel tratto stradale oggetto di non rispetto dei requisiti minimi di accettabilità;
- sospensione dei pagamenti emessi in corso d'opera per l'importo pari alle lavorazioni oggetto di contestazione e di non rispetto dei requisiti di accettabilità;
- eventuale rivalsa sulla cauzione definitiva redatta ai sensi dell'art. 113 del D.Lgs. n. 163/2006;

possibilità di richiamare tale inadempimento nei casi rientranti nell'art. 136 del D.Lgs. n. 163/2006, in quanto tale mancata obbligazione compromette la buona riuscita dei lavori

Art. 50 – **Segnaletica stradale verticale**

La Ditta aggiudicataria in ottemperanza ed ai sensi del DPR 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 LLPP 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 17.6.98 G.U. n. 168 del 21.7.98 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.
E' tassativamente vietata la rimozione del cartello stradale ammalorato senza la immediata sostituzione con uno nuovo in quante il messaggio deve essere comunque sempre visibile.
Gli scavi dovranno essere eseguiti a mano o a macchina su qualunque tipe 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 precedere 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 appaltatrice dovrà sollevare da ogni responsabilità civile o penale ai funzionari e l'Amministrazione stessa.
Dovrà comunque segnalare immediatamente l'inconveniente alla DL.
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 sole 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 buon 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 dei NN.OO.EE, 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 DL, 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 1'Appaltatore aggiudicataria dei lavori avrà 1'obbligo, su richiesta della DL, prima di iniziare la costruzione in serie dei segnali stradali, di consegnare alla DL 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 DL 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 DL 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 ai 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 DPR 16/12/ 1992 n. 495, e come modificato dal DPR 16/09/96 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 dei 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 dei 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 17/06/1998 e successive integrazioni 1343-1344 DL 11/03/1999.

- 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 DPR 495 del

16/12/92 e successive modificazioni ed integrazioni, pellicole retroriflettenti aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31.03.95.
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 il DPR 16/12/1992 N.495 e succ. 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, DPR 16/12/1992 n. 495 e succ.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 approvate da 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.
<u>Pellicola di Classe 1</u>
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.
<u>Pellicola di Classe 2</u>
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 pellicola 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 DPR 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 30x30x50 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 dei Lavori.
Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei 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 il DPR 16/12/92 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.
II 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 alloggiate le staffe per 1'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 alloggiate le relative staffe per 1'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, eec., costruiti con laminati di alluminio, dovranno essere verniciati sulla faccia posteriore (colore grigie neutro).
II 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.

II sostegno inoltre dovrà essere dimensionate 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 DM, alla Circ. del Min. LL.PP. in materia di opere in acciaio, al DL 30/04/1992 n. 285, dei DPR 16/12/1992 n. 495.
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 DL 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 UNI5101 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 dei 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 dei 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 all'art. 82 DPR n. 495 del 16/12/92.

CAPO III

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

Art. 51 - **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 del lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se né 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 dalla 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 dei Lavori con sufficiente preavviso.

Art. 52 - **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 dei 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 dei 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
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 reimpiego od 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 materia 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

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 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 A_1 (classifica C.N.R. – UNI 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 discarichi, 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

Il volume V di materiali provenienti da cava di prestito sarà dedotto convenzionalmente in base al seguente conteggio:

$$V = Vr - Vs - Asr \times 0{,}20 + Vmu$$

dove:

Vr : 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;

Vs : 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;

Asr : area della sistemazione dei piani di posa dei rilevati;

Vmu : 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. 53 - **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 che saranno ordinate dalla Direzione dei 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. 54 - **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 0,20 mc 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. 55 – **Casseformi**

Le casseformi saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

Art. 56 - **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/m^3.

Art. 57 – **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 armatura 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. 58 - **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 il 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. 59 - **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. 60 – **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. 61 - **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".

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 accompagno 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 pese 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. E' 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. 62 - **Conglomerati bituminosi**

A) CONGLOMERATI BITUMINOSI COMPENSATI A PESO SU AUTOCARRO

I conglomerati bituminosi impiegati sia per la formazione dello strato di base, 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 accompagno 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 pese 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. E' 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) CONGLOMERATI BITUMINOSI COMPENSATI A SPESSORE FINITO
I conglomerati bituminosi 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 indicate, a insindacabile giudizio dalla Direzione lavori.
Gli spessori delle singole carote sotto il 25% dello spessore di progetto, 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 95 % 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. 63 – **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. 64 – **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 Φ 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. 65 – **Segnaletica stradale 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.L.vo. 30/4/1992 n. 285 e dal suo Regolamento di esecuzione e di attuazione emanato con D.P.R. 16/12/1992 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 zebrature 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 inscrive ogni singola lettere 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. 66 – **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 dei nuclei operativi esterni.

Art. 67 – **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 casserature, 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.

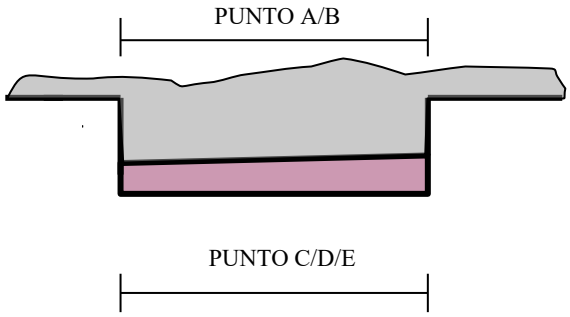
L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di effettuare controlli durante le varie fasi lavorative, prelevando campioni di prodotti utilizzati per verificare la corrispondenza delle caratteristiche tecniche richieste, mediante prove di laboratorio con oneri a carico della Ditta Appaltatrice.

CALCOLO DELLE SUPERFICI PER IL COMPUTO DEI RIPRISTINI CORTICALI IN C.A.

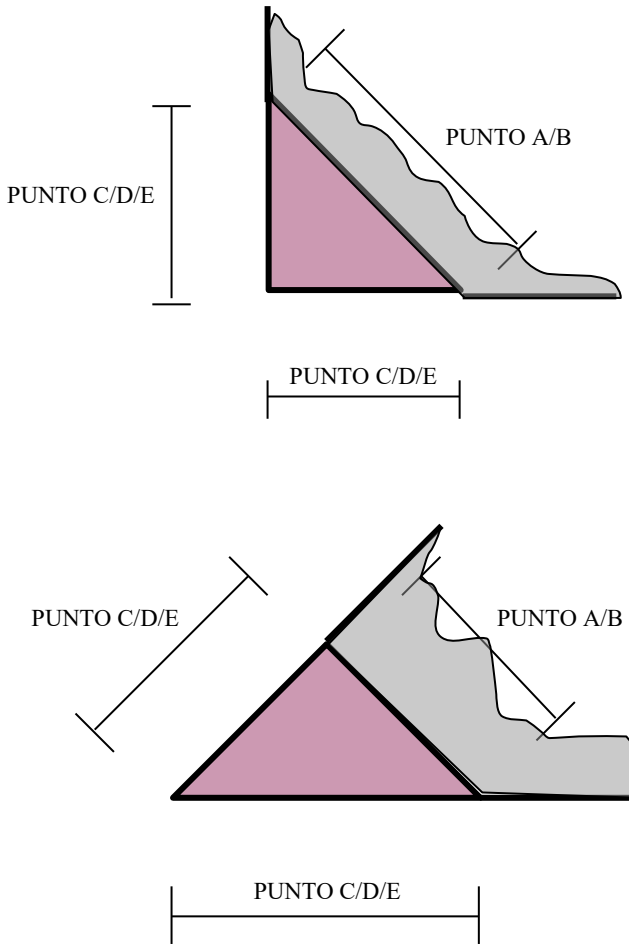
parte di c.a. esistente

zona di c.a. ripristinata

CASO 1



CASO 2



SOMMARIO

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE **2**

I PARTE – DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DELL'ACCORDO QUADRO **2**

CAPO I **2**

TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI **2**

II PARTE – PRESCRIZIONI TECNICHE **9**

CAPO II **9**

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI **9**

MODO DI ESECUZIONE ED ORDINE DA TENERSI DEI LAVORI **9**

ART. 1 - PREMESSA 9
ART. 2 – PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI 10
ART. 3 – ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI – CERTIFICAZIONI DI CONFORMITÀ 22
A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE *25*
MOVIMENTI DI TERRE *25*
ART. 4 – TRACCIAMENTI 25
ART. 5 - SCAVI E RIALZI IN GENERE 26
ART. 6 – FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI 26
ART. 7 – FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA 28
ART. 8 – FORMAZIONE RILEVATI 28
ART. 9 – SCAVI DI SBANCAMENTO 30
ART. 10 – SCAVI DI FONDAZIONE (SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA) 31
ART. 11 – STABILIZZAZIONE DELLE TERRE CON CALCE 32
ART. 12 – UTILIZZO DI TERRE E ROCCE DERIVANTI DA OPERAZIONI DI SCAVO 34
B) OPERE D'ARTE *38*
ART. 13 – PALIFICAZIONI 38
ART. 14 – MALTE 41
ART. 15 – CONGLOMERATI CEMENTIZI 42
ART. 16 – MURATURA DI MATTONI 43
ART. 17 – OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO 43
ART. 18 – CALCESTRUZZO PER COPERTINE, PARAPETTI E FINITURE 51
ART. 19 – ARMATURE, CENTINATURE, CASSEFORME, OPERE PROVVISIONALI 51
ART. 20 – COSTRUZIONE DEI VOLTI 51
ART. 21 – CAPPE SUI VOLTI 52
ART. 22 – STRUTTURE IN ACCIAIO 53
ART. 23 – DEMOLIZIONI 54
ART. 24 – ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI 55
ART. 25 – DRENAGGI E FOGNATURE 57
ART. 26 – GABBIONI METALLICI ZINCATI E LORO RIEMPIMENTO 59
ART. 27 – RIPRISTINO CORTICALE DI STRUTTURE PORTANTI IN C.A. 59
ART. 28 – BETONCINO SPRUZZATO 62
C) SOVRASTRUTTURA STRADALE *63*
ART. 29 – PREMESSA 63
C.1 – STRATI DI FONDAZIONE *63*
ART. 30 – STRATI DI FONDAZIONE 64
C.2 – CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI *69*
ART. 31 – STRATO DI BASE IN MISTO BITUMATO 69
ART. 32 – STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA 75
C.3 – CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI USURA DRENANTE /FONOASSORBENTE81
C.4 – CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUMI MODIFICATI *86*
ART. 33 – CONGLOMERATI AD ALTO MODULO COMPLESSO 86

ART. 34 – SPLITTMASTIX ASPHALT (USURA ANTISDRUCCIOLO SMA) 88
ART. 35 – CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA TIPO ANTI-SKID 92
ART. 36 – MICROTAPPETI A CALDO 95
C.5 – CONGLOMERATI A FREDDO 97
ART. 37 – MICROTAPPETI A FREDDO (SLURRY SEALS) 97
C.6 – TRATTAMENTI SUPERFICIALI 99
ART. 38 – TRATTAMENTI SUPERFICIALI 99
ART. 39 – TRATTAMENTO AD IMPREGNAZIONE DI STRADE STERRATE CON EMULSIONI BITUMINOSE 104
C.7 – CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI/RIGENERATI 107
ART. 40 – CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI A FREDDO IN SITO O IN IMPIANTO CON EMULSIONE BITUMINOSA E CEMENTO 107
ART. 41 – CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI A FREDDO IN SITO CON BITUME SCHIUMATO E CEMENTO 110
ART. 42 – SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI 115
ART. 43 – FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE 115
ART. 44 – CORDONATE IN CALCESTRUZZO 116
D) LAVORI DIVERSI 116
ART. 45 – ELEMENTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO 116
ART. 46 – BARRIERE DI SICUREZZA 116
ART. 47 – TERRE RINFORZATE 118
ART. 48 – LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE 119
ART. 49 – SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE 121
ART. 50 – SEGNALETICA STRADALE VERTICALE 142

CAPO III 147

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE 147

ART. 51 - NORME GENERALI 147
ART. 52 - MOVIMENTO DI MATERIA – SCAVI E RILEVATI 147
ART. 53 - PALIFICAZIONE DI FONDAZIONE 150
ART. 54 - MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI 150
ART. 55 – CASSEFORMI 151
ART. 56 - ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. 151
ART. 57 – MANUFATTI IN ACCIAIO 151
ART. 58 - ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO 151
ART. 59 - TELO "GEOTESSILE" 152
ART. 60 – GABBIONATE 152
ART. 61 - SOVRASTRUTTURA STRADALE (MASSICCIATA) 152
ART. 62 - CONGLOMERATI BITUMINOSI 153
ART. 63 – BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI 154
ART. 64 – TERRE RINFORZATE 155
ART. 65 – SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE 155
ART. 66 – SEGNALETICA STRADALE VERTICALE 156
ART. 67 – RIPRISTINO CORTICALE DI STRUTTURE PORTANTI IN C.A. 156
CALCOLO DELLE SUPERFICI PER IL COMPUTO DEI RIPRISTINI CORTICALI IN C.A. 158