



COMUNE DI  
**VARESE**

Area X  
Lavori Pubblici

Attività Strade

## PROGETTO ESECUTIVO

PROTOCOLLO:

STR/24/01

PROGETTO:

ACCORDO QUADRO PER LAVORI DI MANUTENZIONE DELLA RETE VIARIA COMUNALE E DELLA SEGNALETICA STRADALE, PRONTA REPERIBILITA' E SERVIZIO SGOMBERO NEVE E TRATTAMENTI ANTIGHIACCIO: PERIODO 01/06/2024 - 31/10/2027

IL DIRIGENTE REGGENTE CAPO AREA X^

Arch. Gianluca GARDELLI

IL RUP E CAPO ATTIVITA' STRADE

Geom. Luciano GENOVESE

IL PROGETTISTA

Ing. Giorgio CALONE

ALLEGATO:

**C2**

DATA:

MARZO 2024

REVISIONE N°:

DEL:

SPECIFICA:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE II



**COMUNE di VARESE**  
**Area X^ - Lavori Pubblici**  
Attività Strade  
Via Sacco, 5 - 21100 - Varese

**ACCORDO QUADRO PER LAVORI DI MANUTENZIONE  
DELLA RETE VIARIA COMUNALE E DELLA SEGNALETICA  
STRADALE, PRONTA REPERIBILITA' E SERVIZIO SGOMBERO  
NEVE E TRATTAMENTI ANTIGHIACCIO  
PERIODO 01/06/2024 - 31/10/2027**

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE II**

## INDICE

Art. 1 - MODALITA' DI ESECUZIONE E DISCIPLINA DEL CANTIERE  
Art. 2 - PIANO DELLE MISURE DI SICUREZZA DEI LAVORATORI (D.Lgs 81/2008)  
Art. 3 - DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE INERENTI AI MATERIALI  
Art. 4 - PROVENIENZA E QUALITA' DEI MATERIALI/MODALITA' DI ESECUZIONE  
Art. 5 - PROVE DEI MATERIALI - CERTIFICAZIONI DI CONFORMITA'  
Art. 6 - ANDAMENTO DEI LAVORI

### A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE

Art. 7 - TRACCIAMENTI

### B) STRATI DI FONDAZIONE E SOVRASTRUTTURA STRADALE

Art. 8 - PREMESSA  
Art. 9 - STRATI DI FONDAZIONE  
Art. 10 - STRATO DI BASE IN MISTO BITUMATO  
Art. 11 - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)  
Art. 12 - STRATO DI USURA  
Art. 13 - CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUME MODIFICATO HARD  
Art. 14 - CONGLOMERATI BITUMINOSI AD ALTO MODULO COMPLESSO  
Art. 15 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI  
Art. 16 - TRATT. AD IMPREGNAZIONE DI STRADE STERRATE CON EMULSIONI  
BITUMINOSE  
Art. 17 - SPLITTMASTIX ASPHALT (usura antisdrucchiolo SMA)  
Art. 18 - DRENANTE FONOASSORBENTE  
Art. 19 - TAPPETO D'USURA COLOR MARRONE/OCRA (CON OSSIDI)  
Art. 20 - CONGLOMERATI BITUMINOSI CONFEZIONATI A TIEPIDO (WMA Warm  
Mix Asphalt)  
Art. 21 - SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI  
Art. 22 - FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON  
ATTREZZATURE  
Art. 23 - CHIUSINI E GRIGLIE  
Art. 24 - PAVIMENTAZIONE LAPIDEE

### D) LAVORI DIVERSI

Art. 25 - ELEMENTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO  
Art. 26 - SISTEMA LOGESVET EVOLUTION (LVE)  
Art. 27 - SEGNALETICA STRADALE  
Art. 28 - TERRE RINFORZATE  
Art. 29 - LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE A VERDE  
Art. 30 - PENSILINE, RASTRELLIERE PORTABICICLETTE E CANALINE DI SCIVOLO  
PER VELOCIPEDI

### E) NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE OPERE A MISURA

Art. 31 - NORME GENERALI  
Art. 32 - MOVIMENTO DI MATERIA - SCAVI E RILEVATI

Art. 33 - PALIFICAZIONE DI FONDAZIONE  
Art. 34 - MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI  
Art. 35 - CASSEFORMI  
Art. 36 - ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A.  
Art. 37 - MANUFATTI IN ACCIAIO  
Art. 38 - ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO  
Art. 39 - TELO "GEOTESSILE"  
Art. 40 - GABBIONATE  
Art. 41 - SOVRASTRUTTURA STRADALE (massicciata)  
Art. 42 - CONGLOMERATI BITUMINOSI  
Art. 43 - BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO, IN LEGNO E ACCIAIO E PARAPETTI  
METALLICI  
Art. 44 - TERRE RINFORZATE

F) CRITERI AMBIENTALI

Art. 45 - CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

**IL PRESENTE “Capitolato speciale d'appalto - Parte seconda: Opere stradali” VA AD INTEGRARE IL “VOLUME SPECIFICHE TECNICHE” ALLEGATO AL “PREZZARIO REGIONALE DELLE OPERE PUBBLICHE DI REGIONE LOMBARDIA - ANNO 2024” APPROVATO CON DGR N. XI/7707 DEL 28.12.2023**

**Art. 1 - MODALITA' DI ESECUZIONE E DISCIPLINA DEL CANTIERE**

L' appaltatore deve eseguire i lavori come previsti dal progetto esecutivo.

Deve inoltre garantire:

- a) Le strade di accesso, i movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere da costruire, nonché la pulizia e la manutenzione di esso cantiere.
- b) La guardia e la sorveglianza del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose dell'Amministrazione appaltante o di Ditte, che saranno consegnate all'Appaltatore; ciò anche durante eventuali periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della stazione appaltante.
- c) La costruzione o la manutenzione, in luogo facilmente accessibile, di un idoneo locale opportunamente attrezzato ad uso dei lavoratori e del personale di direzione e assistenza, arredato ed illuminato. E' inoltre a carico dell'Impresa la fornitura e la manutenzione di resistenti cartelli, aventi dimensioni indicate dalla Direzione dei Lavori, recanti la denominazione dell' Ente appaltante, l'oggetto dell'appalto, l'Impresa appaltatrice, il Progettista, il Direttore dei Lavori, il Direttore Operativo, il Direttore di Cantiere, eventuali ditte subappaltatrici e quant'altro verrà indicato dalla Direzione Lavori.
- d) L'esecuzione a sue spese, presso gli istituti abilitati, di tutte le prove sui materiali impiegati nella costruzione in esse comprese anche quelle dei calcestruzzi e degli acciai.
- e) L'illuminazione notturna del cantiere, ove necessario, nonché l'illuminazione interna dei cunicoli, delle gallerie, e di ogni manufatto in genere, all'interno dei quali debbano svolgersi i lavori.
- f) Lo sgombero dei materiali, la pulizia e la sistemazione in pristino delle aree occupate in dipendenza dell' esecuzione dei lavori medesimi, nonché la riparazione degli eventuali danni arrecati.
- g) L'impresa dovrà provvedere a collocare lungo gli scavi i ripari necessari per impedire qualsiasi pericolo alla libera circolazione delle persone o dei veicoli, provvedendo ove occorra, anche alla circolazione delle persone o dei veicoli, provvedendo, ove occorra, anche alla costruzione di ponti o passerelle provvisorie e ponendo in opera le opportune segnalazioni diurne e l'illuminazione notturna di detti ripari, rimanendo responsabile di tutti i danni che potessero derivare all' Amministrazione ed alle persone e cose dei terzi per qualsiasi causa in indipendenza dei lavori di appalto.
- h) Tutti i lavori effettuati in vie, spazi pubblici o privati aperti al pubblico traffico, dovranno essere segnalati, a cura e spese delle Imprese nei modi previsti dal “Nuovo Codice della Strada” e sue successive integrazioni ed aggiornamenti. E' obbligo per l'Impresa di dotarsi dell' impianto semaforico mobile ad alimentazione elettrica autonoma da utilizzare a discrezione delle D.L. ovvero su segnalazione degli Organi di vigilanza stradale.
- i) L' obbligo di dette segnalazioni permarrà anche durante le sospensioni dei lavori dovuti a qualsiasi causa. Tutte le prescritte segnalazioni dovranno essere mantenute in luogo sino al definitivo ripristino delle sedi stradali a perfetta regola d'arte.
- j) Oltre alla segnalazione dei lavori veri e propri, l'impresa dovrà provvedere a segnalare nei modi sopra descritti anche la chiusura di strade al traffico veicolare e le deviazioni di traffico che si rendessero necessarie in dipendenza dei lavori medesimi.
- k) Durante l'esecuzione dei lavori dovrà essere sempre presente sul luogo personale tecnico,

responsabile e dipendente dell' Impresa, il quale dovrà essere in grado di ricevere, anche telefonicamente gli ordini della Direzione Lavori ed impartire immediatamente le conseguenti disposizioni.

- l) L'Impresa dovrà richiedere l'autorizzazione a l'esecuzione dei lavori che comportino l'impiego di macchinari ed impianti rumorosi da inoltrare al Sindaco del Comune di Varese.
- m) L'Impresa è tenuta, su richiesta della Direzione dei Lavori a presentare le regolari certificazioni di qualità dei materiali, dei prodotti e dei manufatti utilizzati, richieste dalle norme attualmente in vigore che disciplinano la produzione e l'utilizzo degli stessi.
- n) Per gli impianti: l'Impresa dovrà effettuare l'espletamento di tutte le pratiche occorrenti per l'ottenimento dei permessi e nulla osta necessari per il relativo utilizzo. Inoltre a lavori ultimati l'appaltatore dovrà provvedere alle verifiche dalle norme vigenti e rilasciare per ogni impianto una Dichiarazione di conformità (eseguita da tecnico abilitato).
- o) La pulizia quotidiana dei luoghi interessati dai lavori, con il personale necessario se occorra per sgombrare i materiali di rifiuto lasciati da altre ditte, maestranze, nonché la pulizia finale e sgombero di tutti i materiali da eseguirsi prima del verbale di ultimazione dei lavori.
- p) Tutte le necessaria operazioni di tracciamento delle opere secondo le indicazioni progettuali e sotto il controllo delle Direzioni Lavori, restando altresì obbligata alla conservazione degli elementi relativi, per tutta la durata dei lavori.
- q) L'Impresa dovrà documentare il conferimento del materiale di risulta in discarica autorizzata qualora la D.L. lo richieda.

Il personale destinato ai lavori dovrà essere, per numero e qualità, idoneo alle mansioni da svolgere, adeguato all'importanza e consistenza dei lavori da eseguire e dei termini di consegna stabiliti, abilitato a ricevere comunicazione da parte della realizzazione dell'opera.

L'Appaltatore dovrà inoltre osservare le norme e le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti vigenti sull'assunzione, tutela, sicurezza e protezione ed assistenza dei lavoratori impegnati sul cantiere, comunicando, non oltre 15 (quindici) dalla consegna dei lavori, gli estremi della propria iscrizione agli Istituti previdenti ed assicurativi.

Prima dell'inizio dei lavori e comunque a scadenza quadrimestrale l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. l'elenco nominativo con posizione INPS e INAIL, suddiviso per qualifiche, del personale che intende utilizzare, nonché documentazione riguardante il D.L.vo 81/2008 e la certificazione di idoneità delle attrezzature e dei mezzi da utilizzare.

La D.L. potrà, in ogni momento, verificare la presenza in cantiere del numero di personale previsto e dichiarato segnalando per iscritto all'Appaltatore eventuali discordanze.

Le discordanze rilevate per almeno tre volte costituiscono, ad ogni effetto di legge, grave inadempienza.

Tutti i dipendenti dell' Appaltatore sono tenuti ad osservare :

- i regolamenti in vigore in cantiere;
- le norme antinfortunistiche, proprie del lavoro in esecuzione e particolari, vigenti in cantiere;

L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che, per effetto dell' inosservanza stessa, dovessero derivare al personale, a terzi e agli impianti di cantiere.

L'appaltatore è tenuto a comunicare, prima dell' inizio dei lavori e entro trenta giorni dalla data del verbale di consegna il nominativo del Direttore Tecnico di Cantiere.

L'Appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme in materia di lavoro (comprese quelle che potrebbero essere emesse in corso di lavoro) e ad applicare integralmente tutte le norme nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli addetti dipendenti dalle aziende del comparto oggetto dell' appalto e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e le località in cui si svolgono i lavori anzidetti all'adozione.

## **Art. 2 - PIANO DELLE MISURE DI SICUREZZA DEI LAVORATORI (D.Lgs 81/2008)**

L'impresa appaltatrice ha l'obbligo di adottare tutte le misure conformi alle prescrizioni previste nel D.Lvo 81/2008 e da quanto altro vigente in materia di sicurezza e di salute dei lavoratori.

### **Art. 3 - DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE INERENTI AI MATERIALI**

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità, rispondenti alle norme UNI EN 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 C.E.I., le norme C.N.R. e le norme stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto dell'ANAS, le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo di 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 con 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 e accettati dalla Direzione dei Lavori.

Quando 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 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.

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.

### **Art. 4 - PROVENIENZA E QUALITA' DEI MATERIALI/MODALITA' DI ESECUZIONE**

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 riportati nelle norme UNI EN di settore.

### **Art. 5 - PROVE DEI MATERIALI - CERTIFICAZIONI DI CONFORMITA'**

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.

L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi. 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.

I Campioni prelevati, autenticati, dovranno essere consegnati poi alla Direzione Lavori, la quale provvederà alla trasmissione degli stessi ai laboratori autorizzati per le dovute certificazioni di conformità.

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 nella normativa di settore 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.

#### **Art. 6 - ANDAMENTO DEI LAVORI**

L'Appaltatore ha facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché ciò non vada a danno della buona riuscita dei lavori, alle prescrizioni sulle misure di prevenzione e sicurezza del lavoro sui cantieri ed agli interessi dell'Amministrazione appaltante.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione del / Direttore dei lavori / Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione / un diagramma dettagliato di esecuzione dell'opera per singole lavorazioni o categorie di lavoro (tipo Gant, Pert o simili), che sarà vincolante solo per l'Appaltatore stesso, in quanto l'Amministrazione appaltante si riserva il diritto di ordinare l'esecuzione di una determinata lavorazione entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente per i propri interessi, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.



## **A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE**

### **Art. 7 - 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.

## **B) STRATI DI FONDAZIONE E SOVRASTRUTTURA STRADALE**

### **Art. 8 - PREMESSA**

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

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

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del  $1,5 \div 2,0\%$ , raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del  $2,0 \div 5,0\%$ .

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 rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

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

La Direzione dei lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi laboratori ufficiali.

L'approvazione della Direzione dei lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

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

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

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

### **Art. 9 - STRATI DI FONDAZIONE**

Lo strato di fondazione sarà costituita 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 idonee al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione dei lavori, tali da arrivare ai gradi di costipamento prescritti dalle indicazioni successive.

Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato alla densità stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegato.

Durante la fase di costipamento la quantità di acqua aggiunta, per arrivare ai valori ottimali di umidità della miscela, dovranno tenere conto delle perdite per evaporazione causata da vento, sole, calore ed altro. L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

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

Qualsiasi zona o parte della fondazione, che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità delle prescrizioni della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun compenso aggiuntivo.

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

#### A) FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE A STABILIZZAZIONE MECCANICA

##### **a) Descrizione**

Lo strato di fondazione è lo strato intermedio disposto tra lo strato superficiale (bituminoso) ed il sottofondo.

Ad esso è demandato principalmente il compito di resistere ai carichi verticali trasmessi localmente dallo strato superficiale, ripartendolo sui sottostanti strati di fondazione.

Lo strato di fondazione deve essere realizzato con misto granulare corretto granulometricamente, con una composizione che deve essere corretta con l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche con lo scopo di migliorarne le proprietà fisico-meccaniche, oppure può essere costituito da un misto granulare di frantumazione (misto frantumato) in frazione unica.

La natura petrografica del materiale potrà essere diversificata purché vengano soddisfatte tutte le caratteristiche prestazionali riportate nella presente Norma Tecnica.

Lo strato di fondazione potrà essere composto da materiale di apporto, oppure da correggersi meccanicamente o fisicamente impiegando idonee attrezzature in impianti fissi o mobili.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione Lavori.

##### **b) Caratteristiche dei materiali**

I misti granulari impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

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

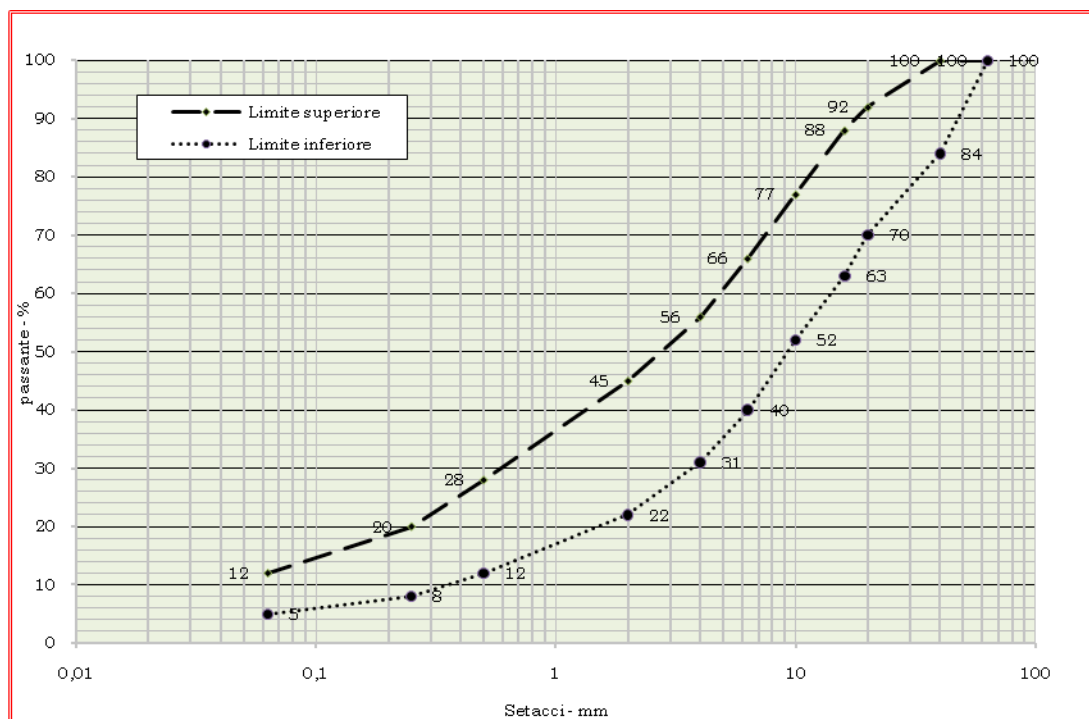
- l'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63 mm;
- il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 12% [f12],
- il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 35 [FI35],
- il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 40 [SI40],
- il rapporto tra il passante al setaccio 0,063 mm ed il passante al setaccio 0,50 mm deve essere inferiore a 2/3.
- la perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, non deve essere superiore al 35% [LA35],
- l'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 30% e 65%. Valori differenti da quelli potranno essere accettati dalla Direzione lavori solo dopo che i risultati prestazionali richiesti al punto seguente daranno esito favorevole,
- l'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", non superiore al 25%; il Limite Plastico, e di conseguenza l'Indice di Plasticità, non devono essere determinabili.

#### c) Composizione granulometrica dello strato di base

La granulometria, eseguita secondo la norma UNI EN 933-1, deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti inserite nella seguente tabella e rappresentati graficamente nel seguente grafico. La granulometria, in frazione unica, dovrà appartenere alle Categorie GA80 o GA85.

Setacci a maglia quadra ISO 565 (serie base + set 2) Apertura maglie in mm	Passante in peso	
	Limite inferiore	Limite superiore
Setaccio 63	100	100
Setaccio 40	84	100
Setaccio 20	70	92
Setaccio 16	63	88
Setaccio 10	52	77
Setaccio 6,3	40	66
Setaccio 4	31	56
Setaccio 2	22	45
Setaccio 0,5	12	28
Setaccio 0,25	8	20
Setaccio 0,063	5	12

Tabella



Grafico

#### d) Studio della miscela in laboratorio (mix-design)

La Direzione Lavori, quando ne riterrà opportuno potrà richiedere uno studio della miscela che si intende utilizzare. Nello studio dovranno essere indicate tutte le prove precedentemente indicate.

L'Appaltatore dovrà preliminarmente, con congruo anticipo all'inizio dei lavori, svolgere uno studio di fattibilità e di ottimizzazione dei materiali che intende utilizzare e presentarlo alla Direzione Lavori che si riserverà di accettarne le caratteristiche.

L'appaltatore dovrà inoltre obbligatoriamente allegare allo studio di fattibilità anche l'etichetta della marcatura CE del materiale che intende utilizzare.

#### e) Prestazioni del misto granulare per strato di fondazione

Nello studio dovranno essere dichiarati e resi evidenti tutti i parametri dei materiali costituenti richiesti ai paragrafi precedenti.

Una volta definita la composizione granulometrica della miscela di inerti, l'umidità ottimale di costipamento e relativa densità massima secca della miscela di progetto sarà determinata mediante studio Proctor, eseguita secondo la Norma UNI EN 13286-2 "Miscele non legate e legate con leganti idraulici: Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor" con il procedimento AASHTO modificato (in alternativa la norma CNR B.U. n.69:1978).

Se il materiale impiegato contiene fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i * P_c * (100 - x)}{100 * P_c - x * d_i}$$

in cui:

$d_r$  = densità della miscela priva degli elementi di dimensione superiore a 25 mm;

$d_f$  = densità della miscela "tal quale" (comprensiva, cioè, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm);

$P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

$x$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 25 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso, nella stessa formula, al termine  $x$  dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso del trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

L'indice di portanza californiano C.B.R., secondo la normativa UNI EN 13286-47, determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, subito dopo il confezionamento del provino, deve risultare non inferiore al 50%.

L'indice C.b.r., inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di  $\pm 2\%$ .

#### **f) Modalità esecutive (applicazione)**

Lo strato di fondazione sarà applicato solo dopo che sarà verificata la buona qualità del sottofondo.

Il misto granulare verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 30 cm e non inferiore a 12 cm.

Qualora sia prevista l'applicazione di più strati di fondazione, la Direzione lavori richiederà delle verifiche prestazionali sullo strato finito prima di autorizzare l'applicazione di quello successivo.

L'eventuale aggiunta di acqua, necessaria per raggiungere l'umidità ottimale di costipazione, è da effettuarsi mediante idonei mezzi o dispositivi spruzzatori in grado di irrorarla uniformemente su tutta la superficie senza formare ristagni localizzati.

Il costipamento sarà effettuato con rulli di idoneo peso o con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque dovrà essere preventivamente approvata da parte della Direzione lavori.

Dopo cilindatura dello strato non dovrà presentarsi nessuna segregazione superficiale dei suoi componenti.

L'applicazione dello strato di fondazione deve essere eseguita quando le condizioni meteorologiche lo permettano e dovranno essere sospese quando le condizioni ambientali ne possano compromettere la buona esecuzione (pioggia, neve, gelo).

#### **g) Controllo dei requisiti di accettazione (prove di controllo)**

La Direzione Lavori potrà provvedere al prelievo ed alla verifica dei campioni di materiale durante la stesa al fine di controllarne le caratteristiche fisico-meccaniche e verificarne la conformità con quanto prescritto nella presente Norma Tecnica.

Al termine della cilindatura di ogni strato di fondazione la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione delle seguenti prove al fine di verificare le caratteristiche dello strato.

Il peso specifico di una terra in situ, secondo la Norma CNR B.U. n° 22:1972, in relazione alla densità massima determinata con procedura AASHTO Modificato, tale valore non dovrà essere inferiore al 95% della densità Proctor determinata attraverso le prove di cui ai paragrafi precedenti:

- modulo di deformazione  $M_d$  determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra ( $\sigma_1$ ) 0,15 e ( $\sigma_2$ ) 0,25 N/mm<sup>2</sup>, secondo la Norma Svizzera SNV 670 317b o la norma CNR B.U. n° 146:1992; esso dovrà risultare non inferiore a 80 Mpa;

- regolarità dello strato: la superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 4 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,00 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

- verifica dello spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale.

Nel caso di riempimenti o rilevati nei quali è prevista l'applicazione di più strati sovrastanti, la Direzione lavori potrà richiedere la verifica delle suddette prove di controllo ogni strato, prima di consentire l'applicazione dello strato successivo.

#### **h) Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)**

La Direzione lavori si riserva di non accettare il materiale inerte presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.

Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE.

Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Regolamento 305/2011/CEe deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT).

Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle informazioni seguenti:

- numero di identificazione dell'organismo di certificazione (solo per prodotti sotto il sistema 2+);

- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;

- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;

- numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per prodotti sotto il sistema 2+);

- riferimento alla presente norma europea;

- dichiarazione di prestazione;

- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;

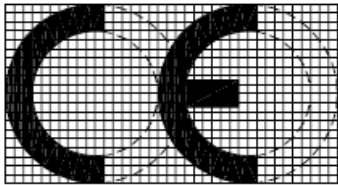
- informazioni sui requisiti essenziali rilevanti, elencati nel prospetto ZA.1 della norma europea armonizzata UNI EN 13242;

- valori dichiarati e, se pertinente, livello o classe/categoria (inclusa l'indicazione "passa" per requisiti per prove "passa / non passa", se necessario) da dichiarare per ciascuna caratteristica essenziale come indicato nelle "Note" nel prospetto ZA.1 della norma europea armonizzata UNI EN 13242;

- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.

Qualora le voci prestazionali richieste nei paragrafi precedenti, e presenti obbligatoriamente nell'Etichetta della Marcatura CE, allegate al DDT del materiale utilizzato, riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD) la Direzione lavori richiederà necessariamente l'esecuzione dello Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto al paragrafo d) da presentarsi con congruo anticipo all'esecuzione dei lavori.

ESEMPIO DI UNA ETICHETTA CE CHE DEVE ESSERE ALLEGATA  
AL DOCUMENTO DI TRASPORTO O ALLA BOLLA DI ACQUISTO

			<p><i>Marcatura di conformità CE, consistente nel simbolo "CE" riportato nella Direttiva 93/68/CEE</i></p>
01234			<p><i>Numero di identificazione dell'organismo di ispezione</i></p>
Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050			<p><i>Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore</i></p>
02			<p><i>Ultime due cifre dell'anno in cui è stata applicata la marcatura</i></p>
0123-CPD-0456			<p><i>Numero del certificato CE</i></p>
EN 13242			<p><i>N° della norma europea</i></p>
<p><b>Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici da utilizzare per opere di ingegneria civile e costruzione di strade</b></p>			<p><i>Descrizione del prodotto e informazioni sul prodotto e sulle caratteristiche soggette a regolamentazione</i></p>
Forma delle particelle	Valore dichiarato	(FI)	<p><i>informazioni sul prodotto e sulle caratteristiche soggette a regolamentazione</i></p>
Dimensione delle particelle	Designazione	( $d/D$ ) e tolleranza categoria (per esempio $G_c 80-20$ )	
Massa volumica delle particelle	Valore dichiarato	( $Mg/m^3$ )	
Purezza			
Contenuto di fini	Categoria	(per esempio $f_{16}$ )	



## B) FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO

### **a) Descrizione**

Gli strati in misto cementato per fondazione o per sottofondo sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume.

Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei lavori.

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

### **b) Caratteristiche del materiale da impiegare**

#### Inerti:

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la Direzione dei lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,063 mm) aventi i seguenti requisiti:

1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 31,5 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;

2) granulometria, secondo la CEN ISO TS 17892-4, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

<b>Serie setacci mm ISO 565 e ISO 3310.</b>	<b>Miscela passante: % totale in peso Φ max 63 mm</b>	<b>Miscela passante: % totale in peso Φ max 31,5 mm</b>
<b>Setaccio 63</b>	100	100
<b>Setaccio 31,5</b>	70 ÷ 100	100
<b>Setaccio 20</b>	62 ÷ 90	80 ÷ 100
<b>Setaccio 16</b>	-	66 ÷ 87
<b>Setaccio 8</b>	30 ÷ 70	41 ÷ 61
<b>Setaccio 4</b>	23 ÷ 55	24 ÷ 39
<b>Setaccio 2</b>	15 ÷ 40	18 ÷ 30
<b>Setaccio 0,5</b>	8 ÷ 25	9 ÷ 19
<b>Setaccio 0,063</b>	2 ÷ 15	5 ÷ 15

3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme UNI EN 1097-2 inferiore o uguale al 30%;

4) equivalente in sabbia secondo la norma UNI EN 933-8 compreso tra 30 e 60;

5) indice di plasticità secondo la norma CEN ISO TS 17892-12 non determinabile (materiale non plastico).

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

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5\%$  fino al passante al setaccio 4 mm e di  $2\%$  per il passante al setaccio 2 mm e inferiori.

#### Legante:

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 3% e il 5% sul peso degli inerti asciutti.

#### Acqua:

Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

In modo indicativo il quantitativo d'acqua si può considerare pari tra il 5% e il 7%.

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

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

#### Resistenza:

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. UNI EN 13286-47 (stampo B descritto nella norma UNI EN 13286-2) impiegati con disco spaziatore e collare della stessa altezza del disco spaziatore.

Durante il costipamento dell'ultimo strato l'eccedenza dovrà essere eliminata, per mezzo di una rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di  $150,0 \pm 1,0$  mm.

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 setaccio 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma UNI EN 13286-2 punto 7.5 e a 56 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello  $50 \pm 0,5$  mm; peso pestello  $4,5 \pm 0,04$  kg; altezza di caduta  $457 \pm 3$  mm).

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 (UNI EN 13286-41) a 7 giorni non minori di  $2,5 \text{ N/mm}^2$  e non superiori a  $4,5 \text{ N/mm}^2$  ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (UNI EN 13286-42) non inferiore a  $0,25 \text{ N/mm}^2$ . (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  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

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

#### **d) Preparazione**

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m<sup>3</sup> 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 ambiente inferiori a 0 °C e superiori a 25 °C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25 °C e i 30 °C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

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

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

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

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

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

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

#### **f) Protezione superficiale**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 ÷ 2 Kg/m<sup>2</sup>, 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 (CNR B.U. 22:1972), 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<sup>3</sup> 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<sup>2</sup> per la compressione (UNI EN 13286-41) e 0,25 N/mm<sup>2</sup> per la trazione (UNI EN 13286-42).

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.

#### **Art. 10 -STRATO DI BASE IN MISTO BITUMATO**

Lo strato di base è l'elemento strutturale principale di una pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso.

Lo strato di base impiega come aggregato lapideo un misto costituito da sabbia, ghiaia o pietrisco miscelati ad una quantità di bitume opportunamente determinata attraverso prove di laboratorio.

Lo spessore dello strato è calcolato in fase progettuale in funzione del traffico d'esercizio esistente o ipotizzato.

##### **a) Aggregati lapidei**

Gli aggregati lapidei devono essere formati da sabbie, ghiaie e/o pietrisco. Gli elementi possono essere provenienti da cava, fiumi o depositi alluvionali, oppure essere ottenuti dalla frantumazione di materiali di cava e di fiume. Comunque gli aggregati devono essere costituiti da elementi litoidi

non degradati, duri, di forma arrotondata o poliedrica; la sabbia in particolare dovrà essere esente da materie organiche.

Gli elementi potranno anche essere di provenienza, o natura petrografica diversa, purché rispettino i requisiti riportati nelle seguenti tabelle.

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	$\leq 1$	%	f1
Resistenza alla frantumazione	EN 1097-2	$\leq 25$	%	LA25
Dimensione massima	EN 13043	40	mm	D

AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio 4 mm)

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Equivalente in sabbia	EN 933-8	$\geq 45$	%	
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0,063 mm)	EN 933-1	$\leq 3$	%	f3

AGGREGATO FINO (passante al setaccio 2 mm)

Il filler dovrà provenire dalla frazione fina degli aggregati e/o da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, da calce idrata, calce idraulica.

Inoltre, il filler dovrà rispettare i requisiti riportati nella seguente tabella.

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura
Passante a setaccio 2 mm	EN 933-10	100	%
Passante a setaccio 0.125 mm		85-100	
Passante a setaccio 0.063 mm		70-100	
Indice di Plastico	CEN ISO TS 17892-12	NP	

FILLER

Gli aggregati utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico).

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 ISO 565 0,125 mm: % passante in peso: 100;

– setaccio ISO 565 0.063 mm: % passante in peso: 90.  
La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

#### b) Bitume

Il bitume da utilizzare dovrà essere di tipo semisolido normale per uso stradale e dovrà avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	50-70	dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	46-54	°C
Punto di Rottura - Fraass	UNI EN 12593	≤ -8	°C
Stabilità allo stoccaggio a 3 gg a 180 °C: Variazione punto rammollimento	UNI EN 13399	≤ 3	°C
Viscosità dinamica a 160 °C	UNI EN 13702-1	≥ 0,1	Pa*s
Valori dopo RTFOT			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	≥ 50	%
Incremento punto rammollimento	UNI EN 1427	≤ 11	°C

#### BITUME NORMALE 50-70

#### c) Miscela

La miscela bituminosa dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 13108 (Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 1: Conglomerato Bituminoso prodotto a caldo) e conseguentemente i Documenti di Trasporto (D.D.T.) dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

La composizione granulometrica dovrà essere preferibilmente progettata utilizzando “setacci base più il gruppo 2” (UNI EN 12697-2).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica (UNI EN 933-1) Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati; Determinazione della distribuzione granulometrica – Analisi granulometrica per stacciatura) contenuta nel seguente fuso:

Setacci ISO 565	Fuso Minimo	Fuso Massimo
40	100	100
31,5*	90	100
25	80	100
20	70	98
16	58	88
14	51	83
12,5	46	78
10	40	70
8	35	65

6,3	31	60
4	25	50
2	18	38
1	13	30
0,5	7	22
0,25	5	16
0,125	4	11
0,063	3	7

\* setaccio di riferimento secondo UNI EN 13108 e ISO 565

#### FUSO GRANULOMETRICO

La percentuale di bitume ottimale dovrà essere determinata mediante Studio di Fattibilità da svilupparsi secondo il metodo “della Pressa Giratoria” o “Marshall” e non dovrà comunque essere inferiore al 3,5 % in massa riferito alla massa degli inerti.

#### Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$ ;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni: 11,15 %;
- vuoti a 100 rotazioni: 3,5 %;
- vuoti a 200 rotazioni: >2 %.

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 - 20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $0.60 < R_t < 1.35$  N/mm<sup>2</sup>;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $> 50$  N/mm<sup>2</sup>.

#### Studio di Fattibilità con Marshall

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto) Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti (UNI EN 12697-34):

- a T = 60 °C, stabilità Marshall non inferiore a 8 KN e rigidità Marshall non inferiore a 2.5 KN/mm;

percentuale di vuoti  $5 < V\% < 8$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 – 20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Coefficiente a Trazione Indiretta  $0.40 < R_t < 1.10 \text{ N/mm}^2$ ;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $CTI > 60 \text{ N/mm}^2$ .

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT – Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

Inoltre, le caratteristiche finali del conglomerato bituminoso tipo base dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108) le seguenti:

- Temperatura [T] della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Misurazione della temperatura):

In impianto =  $150 \text{ °C} < T_{imp} < 180 \text{ °C}$

In situ =  $T_{situ} = 140 \text{ °C}$

- Contenuto minimo del legante solubile [Bmin] (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 1: Contenuto di legante solubile):

$B_{min} = 3.8 \%$  (identificato con  $B_{min3.8}$ )

In particolare la percentuale è riferita al peso di volume della miscela e deve essere corretta moltiplicando il valore  $B_{min}$  per il parametro “ $a = 2.650/\text{densità aggregato}$ ” (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto al peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde indicativamente a  $B_{inerti} > 4,0 \%$ .

Nella confezione dello strato di collegamento verranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione del bitume aggregato (“dopes” di adesività).

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

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

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

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

#### **d) Controllo dei requisiti di accettazione**

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

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



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

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

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di  $\pm 0,3\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

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

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

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato.

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.

#### **e) 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.

#### **f) 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 0,8 Kg/m<sup>2</sup>, secondo le indicazioni della Direzione lavori.

In ogni caso successivamente alla posa dell'emulsione bituminosa sarà necessario lo spargimento di filler di natura calcarea al fine di evitare che lo strato di manto di attacco venga danneggiato dal transito dei mezzi di cantiere.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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  $\pm 10$  mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

#### **Art. 11 -STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)**

Lo strato di collegamento in conglomerato bituminoso, che nella pratica delle costruzioni stradali e comunemente denominato con il termine di “binder”, si colloca nella sovrastruttura come strato di transizione tra la base ed il manto di usura.

Il binder è costituito da sabbia e pietrischi miscelati ad una quantità di bitume opportunamente determinata attraverso prove di laboratorio.

Lo spessore dello strato è calcolato in fase progettuale in funzione del traffico d'esercizio effettivo o ipotizzato.

#### a) Aggregati

Gli aggregati per gli strati di collegamento formati da pietrischi, pietrischetti e graniglie devono derivare dalla frantumazione di materiali di cava, di fiume o da depositi alluvionali, costituiti da elementi non degradati, duri e durevoli, di forma poliedrica, con spigoli vivi, devono essere puliti e ruvidi al tatto, esenti da argilla, polvere e materiali organici. Gli elementi potranno anche essere di provenienza, o natura petrografica diversa, purchè rispettino i requisiti riportati nelle seguenti tabelle.

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	$\leq 1$	%	f1
Resistenza alla frantumazione	EN 1097-2	$\leq 25$	%	LA25
Dimensione massima	EN 13043	31,5	mm	D

AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio 4 mm)

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Equivalente in sabbia	EN 933-8	$50 \leq ES \leq 80$	%	
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0,063 mm)	EN 933-1	$\leq 3$	%	f3

AGGREGATO FINO (passante al setaccio 2 mm)

Le sabbie potranno essere naturali o di frantumazione.

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

Il filler dovrà provenire dalla frazione fina degli aggregati e/o da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, da calce idrata, calce idraulica.

Inoltre, il filler dovrà rispettare i requisiti riportati nella seguente tabella

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione	Limite	Unità di misura
--------------------------	----------------------	--------	-----------------

	<b>prova</b>		
<b>Passante a setaccio 2 mm</b>	EN 933-10	100	%
<b>Passante a setaccio 0.125 mm</b>		85-100	
<b>Passante a setaccio 0.063 mm</b>		70-100	
<b>Indice di Plastico</b>	CEN ISO TS 17982-12	NP	

#### FILLER

Gli aggregati utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico).

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 ISO 565 0,125 mm: % passante in peso: 100;
- setaccio ISO 565 0.063 mm: % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

#### b) Bitume

Il bitume da utilizzare dovrà essere di tipo semisolido normale per uso stradale e dovrà avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

<b>Parametro/Caratteristica</b>	<b>Norma per esecuzione prova</b>	<b>Limite</b>	<b>Unità di misura</b>
<b>Penetrazione a 25 °C</b>	UNI EN 1426	50-70	dmm
<b>Punto di rammollimento</b>	UNI EN 1427	46-54	°C
<b>Punto di Rottura - Fraass</b>	UNI EN 12593	≤ -8	°C
<b>Stabilità allo stoccaggio a 3 gg a 180 °C: Variazione punto rammollimento</b>	UNI EN 13399	≤ 3	°C
<b>Viscosità dinamica a 160 °C</b>	UNI EN 13702-1	≥ 0,1	Pa*s
<b>Valori dopo RTFOT</b>			
<b>Penetrazione residua</b>	UNI EN 1426	≥ 50	%
<b>Incremento punto rammollimento</b>	UNI EN 1427	≤ 11	°C

#### BITUME NORMALE 50-70

#### c) Miscela

La miscela bituminosa dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 13108 (Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato Bituminoso prodotto a caldo) e conseguentemente i Documenti di Trasporto (D.D.T.) dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

La composizione granulometrica dovrà essere preferibilmente progettata utilizzando “setacci base più il gruppo 2” (UNI EN 12697-2).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica (UNI EN 933-1: Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati; Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura) contenuta nel seguente fuso:

<b>Setacci ISO 565</b>	<b>Fuso Minimo</b>	<b>Fuso Massimo</b>
<b>31,5</b>	100	100
<b>20*</b>	90	100
<b>16</b>	80	100
<b>14</b>	73	100
<b>12,5</b>	65	95
<b>8</b>	50	80
<b>4</b>	30	60
<b>2</b>	20	45
<b>1</b>	14	36
<b>0,5</b>	8	27
<b>0,25</b>	5	20
<b>0,063</b>	3	8

\* setaccio di riferimento secondo UNI EN 13108

#### FUSO GRANULOMETRICO

La percentuale di bitume ottimale dovrà essere determinata mediante Studio di Fattibilità da svilupparsi secondo il metodo “della Pressa Giratoria” o “Marshall” e non dovrà comunque essere inferiore a 4,5 % in massa riferito alla massa degli inerti.

#### Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$ ;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni:  $11 \div 14$  %;
- vuoti a 100 rotazioni:  $3 \div 6$  %;
- vuoti a 200 rotazioni:  $> 2$  %.

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 - 20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $0.60 \geq R_t \geq 1.35 \text{ N/mm}^2$ ;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $\geq 50$ .

#### Studio di Fattibilità con Marshall

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto). Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti (UNI EN 12697-34):

- a  $T = 60 \text{ °C}$ , stabilità Marshall non inferiore a 10 KN e rigidità Marshall non inferiore a 2,5 KN/mm;

- percentuale di vuoti  $3 \leq V\% \leq 6$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 - 20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Coefficiente a Trazione Indiretta  $0.50 \geq R_t \geq 1.10 \text{ N/mm}^2$ ;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $CTI \geq 70$ .

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT - Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

Inoltre, le caratteristiche finali del conglomerato bituminoso tipo binder dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108) le seguenti:

- Temperatura [T] della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Misurazione della temperatura):

In impianto =  $150 \text{ °C} \leq T_{imp} \leq 180 \text{ °C}$

In situ =  $T_{situ} = 140 \text{ °C}$

- Contenuto minimo del legante solubile [Bmin] (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 1: Contenuto di legante solubile):

Bmin = 4.4 % (identificato con Bmin4.4)

In particolare la percentuale è riferita al peso di volume della miscela e deve essere corretta moltiplicando il valore Bmin per il parametro "a = 2.650/densità aggregato" (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto al peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde indicativamente a Binerti  $\geq 4,6 \%$

Nella confezione dello strato di collegamento verranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione del bitume aggregato ("dopes" di adesività).

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.

#### **d) Modalità esecutive**

##### **a) Predisposizioni**

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco e la descrizione dettagliata dell'attrezzatura che intende impiegare. Essa dovrà essere di potenzialità proporzionata all'entità ed alla durata del lavoro e dovrà essere armonicamente proporzionata in tutti i suoi componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo dall'inizio (confezione) alla fine (costipamento).

Dovrà essere costituita da macchine in perfette condizioni di efficienza lavorativa.

Sia l'aggregato grosso che la sabbia ed il filler dovranno essere depositati in modo che ogni singola pezzatura rimanga nettamente separata dalle altre e che non possano essere inquinate da terra, polvere o materiali estranei.

In particolare, a questo scopo, si dovrà evitare che le stipe poggino direttamente su terreno fangoso e che si depositino su di esse i fumi di depolarizzazione dell'impianto di confezione del conglomerato.

I depositi dovranno essere allestiti in modo da evitare la segregazione del materiale, non dovranno quindi avere forma conica o piramidale con versamento degli aggregati dall'alto ma bensì forma prismatica appiattita e gli aggregati vi dovranno essere scaricati lateralmente.

Nel caso che si verificasse una segregazione dannosa, la Direzione Lavori potrà richiedere un preventivo rimescolamento prima della introduzione nei predosatori dell'impianto.

L'impianto di confezione del conglomerato dovrà essere munito di predosatori a volume capaci di assicurare il deposito separato di non meno di quattro pezzature di aggregati oltre il filler.

Il forno dovrà essere provvisto di un termometro per la determinazione della temperatura di uscita degli aggregati e dovrà essere tarato all'inizio e a meta lavoro. Il ciclone di depolverizzazione dovrà risultare efficiente e dovrà possedere dispositivi per la raccolta

dei fumi onde evitare, nella misura possibile, l'inquinamento dell'atmosfera. Il dosaggio degli aggregati caldi all'uscita del forno dovrà essere completamente automatico ed avvenire a peso.

Dovrà essere prevista una tramoggia separata di raccolta del filler il quale dovrà essere dosato a peso e provenire anche dal recupero del fumo dei cicloni. Il dosaggio del bitume dovrà avvenire a peso.

Il conglomerato confezionato potrà cadere direttamente nei cassoni degli autocarri adottati per il trasporto o essere temporaneamente raccolto in apposita tramoggia.

Sarà essenziale peraltro, ad evitare segregazione, che l'alimentazione degli autocarri avvenga a caduta diretta, senza l'intermediario di scivoli o piani inclinati.

I requisiti sopra esposti dovranno essere rispettati in fase di predisposizione qualora l'impianto venga ubicato in cantiere ovvero preventivamente accertati dalla Direzione Lavori, qualora l'Appaltatore proponga l'approvvigionamento presso un impianto di preconfezionamento esterno.

##### **b) Confezionamento**

La temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 160°C e 190°C e quella del legante tra 140°C e 170°C; la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140°C con bitume normale e 160°C con bitume modificato "soft".



Il conglomerato caldo dovrà essere trasportato sul luogo di impiego mediante autocarri ribaltabili in numero sufficiente ad assicurare la continuità della produzione.

Per distanze di trasporto molto lunghe, e nel caso dell'esecuzione dei lavori nella stagione invernale, verrà richiesto l'impiego di autocarri con cassone isolato, coperti mediante teloni.

#### c) Posa in opera

Lo stendimento dello strato di conglomerato seguirà immediatamente l'esecuzione della mano di attacco. A lavoro ultimato, la pavimentazione dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte.

In ogni caso successivamente alla posa dell'emulsione bituminosa sarà necessario lo spargimento di filler di natura calcarea al fine di evitare che lo strato di manto di attacco venga danneggiato dal transito dei mezzi di cantiere.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla Direzione Lavori, in perfetto stato d'uso. Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tali che il controllo umano sia ridotto al minimo.

Il materiale dovrà essere steso a temperatura non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati non potrà essere effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presenti comunque bagnato e la temperatura dello strato di posa del conglomerato, misurata in un foro di circa 2÷3 cm di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a +5°C.

Se la temperatura dello strato di posa sarà compresa tra +5°C e +10°C si dovranno adottare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, accorgimenti che consentano di ottenere ugualmente la compattezza dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (innalzamento temperatura di confezionamento e trasporto con autocarri coperti).

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, o non corrispondenti alle prescrizioni delle presenti Specifiche Tecniche, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale e, quando il bordo di una striscia sia stato danneggiato, dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto.

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali siano sfalsati di non meno di 30 cm rispetto agli analoghi dello strato di base sottostante.

Nell'effettuare la stesa adiacente ad un giunto freddo, sia trasversale che longitudinale, questo dovrà venire preventivamente spalmato con uno strato di bitume a caldo o di emulsione. I giunti trasversali di interruzione della stesa dovranno essere sfalsati di non meno di 2 m fra strisciate adiacenti e dovranno essere rifilati a faccia verticale prima della ripresa della stesa.

Giunti trasversali o longitudinali a pavimentazione o strutture in calcestruzzo dovranno essere fresati e riempiti di mastice alla stessa stregua dei giunti delle pavimentazioni in calcestruzzo.

L'onere della loro confezione e sigillatura sarà compreso nel prezzo dello strato di conglomerato.

#### d) Costipamento

La prima rullatura dovrà avvenire in direzione longitudinale, a conglomerato il più possibile caldo, e cioè a temperatura dell'ordine di 140°C, mediante rulli tandem leggeri a rapida inversione

di marcia; dovrà quindi essere perfezionata alternando opportunamente l'impiego dei diversi mezzi costipanti (rulli gommati e rulli compressori pesanti) in modo da ottenere la percentuale dei vuoti ed il grado di costipamento richiesti:

- massa volumica > 97% della massa volumica rilevata in laboratorio sui provini Marshall della formulazione ufficiale (UNI EN 12697-6).
- percentuale dei vuoti < 6 ( UNI EN 12697-8).

## **Art. 12 -STRATO DI USURA**

Strato superficiale in conglomerato bituminoso caratterizzato da uno scheletro litico piuttosto consistente, di spessore minimo compresso pari a 3 cm.

Lo strato d'usura è costituito da sabbia e pietrischi miscelati ad una quantità di bitume opportunamente determinata attraverso prove di laboratorio.

Lo spessore dello strato è calcolato in fase progettuale in funzione del traffico d'esercizio ipotizzato.

### **a) Aggregati**

Gli aggregati devono essere formati da pietrischi, pietrischetti e graniglie derivanti dalla frantumazione di materiali di cava e di fiume costituiti da elementi non degradati, duri e durevoli, di forma poliedrica, con spigoli vivi, devono essere puliti e ruvidi al tatto, esenti da argilla, polvere e materiali organici.

Gli elementi potranno anche essere di provenienza, o natura petrografica diversa, purché rispettino i requisiti riportati nelle sottostanti tabelle

<b>Parametro/Caratteristica</b>	<b>Norma per esecuzione prova</b>	<b>Limite</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Sigla</b>
<b>Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)</b>	EN 933-1	$\leq 1$	%	f1
<b>Resistenza alla frantumazione</b>	EN 1097-2	$\leq 20$	%	LA20
<b>Dimensione massima</b>	EN 13043	10	mm	D

AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio 4 mm)

<b>Parametro/Caratteristica</b>	<b>Norma per esecuzione prova</b>	<b>Limite</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Sigla</b>
<b>Equivalente in sabbia</b>	EN 933-8	$\geq 55$	%	
<b>Contenuto dei fini (passante al setaccio 0,063 mm)</b>	EN 933-1	$\leq 3$	%	f3

AGGREGATO FINO (passante al setaccio 2 mm)

Le sabbie potranno essere naturali e/o di frantumazione.

Il filler dovrà provenire dalla frazione fina degli aggregati e/o da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, da calce idrata, calce idraulica.

Inoltre, il filler dovrà rispettare i requisiti riportati nella seguente tabella.

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unita di misura
Passante a setaccio 2 mm	EN 933-10	100	%
Passante a setaccio 0.125 mm		85-100	
Passante a setaccio 0.063 mm		70-100	
Indice di Plastico	CEN ISO TS 17892-12	NP	

#### FILLER

Gli aggregati utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico).

#### b) Bitume

Il bitume da utilizzare dovrà essere di tipo semisolido normale per uso stradale e dovrà avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unita di misura
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	50-70	dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	46-54	°C
Punto di Rottura - Fraass	UNI EN 12593	$\leq -8$	°C
Stabilità allo stoccaggio a 3 gg a 180 °C: Variazione punto rammollimento	UNI EN 13399	$\leq 3$	°C
Viscosità dinamica a 160 °C	UNI EN 13702-1	$\geq 0,1$	Pa*s
<b>Valori dopo RTFOT</b>			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	$\geq 50$	%
Incremento punto rammollimento	UNI EN 1427	$\leq 11$	°C

#### BITUME NORMALE 50-70

#### c) Miscela

La miscela bituminosa dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 13108 (Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato Bituminoso prodotto a caldo) e conseguentemente i Documenti di Trasporto (D.D.T.) dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

La composizione granulometrica dovrà essere preferibilmente progettata utilizzando "setacci base più il gruppo 2" (UNI EN 12697-2).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica (UNI EN 933-1: Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli

aggregati; Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura) contenuta nel seguente fuso:

Setacci ISO 565	Fuso Minimo	Fuso Massimo
14	100	100
12,5*	90	100
8	68	88
4	40	60
2	25	40
1	15	30
0,5	10	22
0,25	8	18
0,063	6	10

\* setaccio di riferimento secondo UNI EN 13108

#### FUSO GRANULOMETRICO

La percentuale di bitume ottimale dovrà essere determinata mediante Studio di Fattibilità da svilupparsi secondo il metodo “della Pressa Giratoria” o “Marshall” e non dovrà comunque essere inferiore al 5,5% in massa riferito alla massa degli inerti.

#### Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$ ;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni:  $9 \div 14$  %;
- vuoti a 120 rotazioni:  $3 \div 5$  %;
- vuoti a 200 rotazioni:  $> 2$  %.

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 - 20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $0.75 > R_t > 1.35$  N/mm<sup>2</sup>;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $> 50$ .

#### Studio di Fattibilità con Marshall

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto) Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti (UNI EN 12697-34):

- a  $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , stabilità Marshall non inferiore a 12 KN e rigidità Marshall non inferiore a 2,5 KN/mm;

- percentuale di vuoti  $3 < V\% < 6$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 - 20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Coefficiente a Trazione Indiretta  $0.70 > R_t > 1.20\text{ N/mm}^2$ ;

- Coefficiente a Trazione Indiretta  $CTI > 80$ .

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT - Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

Inoltre, le caratteristiche finali del conglomerato bituminoso tipo usura dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108) le seguenti:

- Temperatura  $[T]$  della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Misurazione della temperatura):

In impianto =  $150\text{ }^{\circ}\text{C} > T_{imp} > 180\text{ }^{\circ}\text{C}$

In situ =  $T_{min} = 140\text{ }^{\circ}\text{C}$

- Contenuto minimo del legante solubile  $[B_{min}]$  (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 1: Contenuto di legante solubile):

$B_{min} = 4.8\%$  (identificato con  $B_{min4.4}$ )

In particolare la percentuale è riferita al peso di volume della miscela e deve essere corretta moltiplicando il valore  $B_{min}$  per il parametro " $a = 2.650/\text{densità aggregato}$ " (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto al peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde indicativamente a  $B_{inerti} > 5.0\%$ .

#### **d) Modalità esecutive**

In ogni caso l'esecuzione del manto di usura seguirà a breve termine l'esecuzione dello strato di collegamento, ovvero seguirà immediatamente l'esecuzione della mano di ripresa quando necessario.

In ogni caso successivamente alla posa dell'emulsione bituminosa sarà necessario lo spargimento di filler di natura calcarea al fine di evitare che lo strato di manto di attacco venga danneggiato dal transito dei mezzi di cantiere.

I requisiti dell'impianto di confezionamento, le modalità di confezione, di posa in opera e finitura, ed i controlli in corso e fine d'opera sono conformi a quanto già citato nel precedente paragrafo relativo allo strato di collegamento, fatta eccezione per la temperatura d'impasto, indicativamente compresa tra  $165^{\circ}\text{C}$  e  $190^{\circ}\text{C}$ , e per l'addensamento finale dello strato, che deve ottemperare ai seguenti standards:

- massa volumica > 98% della massa volumica rilevato in Laboratorio su provini Marshall della formulazione ufficiale (UNI EN 12697-8);
- percentuale di vuoti < 6 (UNI EN 12697-8);
- resistenza all'attrito radente dopo almeno 3 mesi dalla posa, riportata alla temperatura di riferimento di 20°C, secondo Norma UNI EN 13036-4, BPN > 65.

### **Art. 13 -CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUME MODIFICATO HARD**

I conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso sono costituiti da miscele di inerti provenienti esclusivamente da frantumazione di ghiaie, di sabbie di frantumazione e di additivo minerale, impastati a caldo con bitume modificato.

La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è una migliore durabilità nel tempo della struttura stradale grazie ai bitumi modificati con polimeri elastomerici e plastomerici, che conferiscono al conglomerato bituminoso una maggiore resistenza all'invecchiamento dovuto dai cicli di caldo e freddo all'alternarsi delle stagioni.

#### **a) Caratteristiche dei materiali da impiegare**

##### **a.1) Materiali inerti**

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento ed usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma 13043 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

##### Strati di base e binder

- perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, non superiore al 25% (LA<sub>25</sub>);
- se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 2% (F<sub>2</sub>);
- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, inferiore all'1%;

##### Strato di usura

- il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, deve essere inferiore al 20% (LA<sub>20</sub>);
- il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 0,45 (PSV<sub>45</sub>);
- se richiesto dalla Direzione Lavori, la perdita di resistenza dopo gelo e disgelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non dovrà essere superiore a 1 (F<sub>1</sub>);
- il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, deve essere nullo;
- l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 15 (SI<sub>15</sub>);
- l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 12% (FI<sub>15</sub>);

In ogni caso, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione; in ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (Norma UNI EN 1097-2) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la prova Norma UNI EN 933-8 dovrà essere superiore od uguale ad 80 per tutti gli strati.

L'additivo minerale (filler) dovrà essere costituito da materiale polverulento, proveniente dalla macinazione di rocce calcaree o dolomitiche a struttura amorfa (non cristallina), oppure da un materiale sintetico di natura prevalentemente calcarea (cemento Portland normale o cemento crudo).

All'analisi granulometrica (UNI EN 933-10 o in alternativa UNI EN 933-1 per via umida) l'additivo minerale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- totale passante al setaccio 2 mm: 100% in peso
- totale passante al setaccio 0.125 mm : > 85% in peso
- totale passante al setaccio 0.063 mm : > 75% in peso

Nella miscela di inerti che costituisce il conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato esclusivamente materiale derivante da frantumazione. In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi.

#### a.2) Legante tipo PmB 45-80/70

Dovrà essere impiegato bitume con modifica hard secondo le prescrizioni descritte dalla seguente tabella:

prova	u.m.	Valore	Norma
<b>Penetrazione a 25 °C</b>	dmm	50 ÷ 70	UNI EN 1426
<b>Punto di rammollimento P.A.</b>	°C	≥ 70	UNI EN 1427
<b>Punto di rottura Fraass</b>	°C	≤ -15	UNI EN 12593
<b>Viscosità dinamica a 100 °C (SPDL 07)</b>	Pa s	≥ 60	UNI EN 13702-2
<b>Viscosità dinamica a 160 °C (SPDL 21)</b>	Pa s	≥ 0,4	
<b>Ritorno elastico a 25°C</b>	%	> 75	UNI EN 13398
<b>v scostamenti dopo prova "tuben test" (UNI EN 13399)</b>			
<b>penetrazione a 25° C</b>	Δ (dmm)	< 5.0	UNI EN 1426
<b>punto di rammollimento</b>	Δ <sub>T</sub> (°C)	< 5.0	UNI EN 1427

#### a.3) Miscela

In accordo a quanto fissato dalla Regolamento 305/11/CE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-5. In

ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare una composizione granulometrica compresa all'interno dei seguenti fusi di riferimento rappresentati in tabella:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso	Passante in peso	Passante in peso
	BASE	BINDER	USURA
Setaccio 32	100	100	-
Setaccio 20	90 - 100	90 - 100	-
Setaccio 16	80 - 100	80 - 100	-
Setaccio 14	-	73 - 100	100
Setaccio 12,5	62 - 90	65 - 90	90 - 100
Setaccio 8	45 - 68	50 - 68	68 - 88
Setaccio 4	32 - 50	30 - 50	40 - 60
Setaccio 2	20 - 36	20 - 36	25 - 40
Setaccio 1	16 - 29	14 - 29	15 - 30
Setaccio 0,5	13 - 22	8 - 22	10 - 22
Setaccio 0,25	10 - 17	5 - 17	8 - 18
Setaccio 0,063	6 - 12	3 - 8	6 - 10

Dalla composizione della miscela resta esclusa qualsiasi possibilità di uso di materiale proveniente da recupero di pavimentazioni esistenti.

Il tenore di bitume, sul peso totale degli inerti, dovrà essere compreso fra 4,0 % e 4,5 % per lo strato di base; tra 5,0% e 5,5% per lo strato di collegamento e tra il 6,0% e 6,5% per lo strato di usura.

La percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio della miscela con il metodo Marshall oppure in alternativa con il metodo volumetrico.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

<b>METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30)</b>	
<b>Condizioni di prova</b>	<b>Valore richiesto</b>
<b>Costipamento</b>	75 colpi per faccia
<b>Parametri</b>	
<b>Stabilità (UNI EN 12697-34)</b>	10 ÷ 18 kN
<b>Rigidezza</b>	3 ÷ 5 kN/mm
<b>Vuoti residui (UNI EN 12697-8)</b>	3 ÷ 6
<b>Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY EN 12697-26)</b>	5000 ÷ 7000 MPa su campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento
	5000 ÷ 7000 MPa su campioni riscaldati in forno dopo prelievo

<b>METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31)</b>
---



Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 Kpa
Diametro del provino	150 mm
<b>Parametri</b>	
Vuoti a 10 rotazioni	9 ÷ 14
Vuoti a 100 rotazioni	3 ÷ 6
Vuoti a 180 rotazioni	> 2
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY EN 12697-26)	5000 ÷ 7000 MPa su campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento
	5000 ÷ 7000 MPa su campioni riscaldati in forno dopo prelievo

La densità a 100 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto  $D_G$  e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

#### **b) Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione degli strati ad alto modulo, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature.

Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte mediante la certificazione della marcatura CE; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 12697-2), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo Marshall o in alternativa metodo volumetrico.

La Direzione lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

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

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

±5% sull'aggregato grosso;

±2% sull'aggregato fine;  
±1.5% sulla quantità di filler;  
±0.25% sulla quantità di bitume.

#### **c) Formazione e confezione della miscela**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo continuo o discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

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

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura.

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

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 25-30 secondi.

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

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

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

#### **d) Posa in opera della miscela**

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con 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 di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 chilometri.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto del confezionamento non dovrà superare i 180° C e quella della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

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

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli vibranti con ruote metalliche con peso di almeno 10 ton.

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.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.LL. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

In qualsiasi caso subito dopo la stesa dell'emulsione bituminosa, la superficie oggetto di intervento verrà cosparsa con filler di natura calcarea per evitare che lo strato di manto di attacco venga danneggiato dal transito dei mezzi di cantiere.

#### **e) Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali**

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive 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, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

#### **f) Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto  $D_G$  dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8), che dovrà risultare compreso fra 3 e 7%.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6, su carote di 15 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

La superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Al termine della compattazione per lo strato di usura, dovranno essere verificate le seguenti prescrizioni:

- dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto  $D_G$  dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa;
- Il contenuto di vuoti residui, in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8), deve essere compreso fra 3 e 7%;
- Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso.

Le caratteristiche di antisdrucchiolevezza valutate mediante Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) rilevato mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine) secondo Norma UNI CEN TS 15901-6 o S.K.M. (Sideway Force Coefficient Machine) secondo Norma UNI CEN TS 15901-8,, sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,60; soddisfacente, per valori compresi tra 0,40 e 0,60, in questo caso il conglomerato verrà penalizzato; insufficiente e quindi non accettabile per valori inferiori a 0,40.

- la macrotessitura superficiale dello strato, rilevata mediante strumento laser rispondente alla Norma ISO 13473 ed espresso come valore MPD (Mean Profile Depth), ovvero espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1, dovrà essere maggiore di 0,8 mm.

- Il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare. L'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare:  $IRI_{medio}/km \leq 1,2 \text{ mm/m}$  (deviazione standard non superiore a 0.4 mm/m).

Le misure di CAT, MPD (HS) e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

#### **g) Penalità e limiti di accettazione**

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

Tutte le detrazioni definite di seguito sono cumulabili.

Nel caso in cui l'ammontare complessivo delle detrazioni eguagli o superi il 50% del relativo prezzo di elenco, è facoltà dell'Amministrazione appaltante ordinare la rimozione o il rifacimento delle opere realizzate, a totale cura e spese dell'Impresa e fatta salva l'eventuale richiesta di risarcimento per danni.

#### **g.1) Aderenza**

Qualora il valore medio, come precedentemente definito, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m di CAT e/o a 50 m per HS sia inferiore ai valori richiesti per ciascun tipo di pavimentazione, fino al raggiungimento di alcuni valori inaccettabili appresso specificati, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

I valori inaccettabili per gli strati di usura sono per il CAT minori di 40 e per il MPD minori di 0,25; per i trattamenti per il ripristino dell'aderenza (antiskid e slurry seal) la soglia di inaccettabilità viene stabilita in 50 per il CAT e 0,40 per il MPD.

Qualora il valore di CAT e/o di MPD sia inferiore a tali valori si dovrà procedere, con oneri a totale carico dell'esecutore, alla rimozione completa dello strato con fresa ed alla messa in opera di un nuovo strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irrudivimento per portare il valore o i valori deficitari al di sopra della soglia di inaccettabilità. Nel caso in cui non si raggiungano i valori prescritti ma i valori rilevati siano, comunque, al di sopra della soglia di inaccettabilità verrà applicata una detrazione pari al 20%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza alla scivolosità degli strati direttamente soggetti al traffico, verranno presi in considerazione sia i valori BPN misurati sugli strati appena finiti, che la riduzione di tali valori rilevata a 2 mesi dall'apertura al traffico: i limiti di accettabilità per tali valori saranno rispettivamente di 5 punti in meno per quelli relativi agli strati appena finiti e di 3 punti in più per quelli relativi alla riduzione dei valori stessi rilevata dopo 2 mesi di assoggettamento al traffico.

In caso di accertata carente resistenza allo scivolamento, la D.L. potrà ordinare tutte quelle lavorazioni atte a rendere accettabile, al fine della rugosità superficiale, la pavimentazione stessa; gli oneri derivanti saranno a completo e totale carico dell'Impresa.

#### **g.2) Regolarità**

Qualora i valori medi dell'I.R.I., come precedentemente definiti, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m, non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Nel caso in cui il valore dell'I.R.I. fosse superiore a 4,5 mm per m. e/o l'irregolarità relativa a tutto lo spettro risulti superiore od uguale a 10 mm oppure quella relativa alle onde corte risultasse di ampiezza maggiore od uguale a 4 mm e per le onde medie maggiore od uguale a 9 mm, si dovrà procedere gratuitamente alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo ed alle stesse generalità precedentemente descritte.

#### **g.3) Spessore degli strati**

Per la determinazione delle penali oltre all'applicazione di quanto previsto ai precedenti paragrafi si procederà alla verifica dello spessore della pavimentazione (UNI EN 12697-36) il quale dovrà rispondere allo spessore di progetto.

Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine.

Su tali carote, prelevate casualmente dalla Committente ed eventualmente in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione giornalmente stesa, dovranno essere effettuate misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione.

#### **g.4) Dosaggio di Bitume**

La quantità di bitume contenuta nell'impasto (UNI EN 12697-1), risultante quale media di un insieme di determinazioni effettuate su una singola corsia o tratta, non dovrà scostarsi più di 0,25 in più o in meno rispetto alla % ottima prevista dall'Impresa e approvata dalla Direzione Lavori; qualora lo scostamento sia maggiore e sino al 10%, verrà applicata a titolo di penale la stessa riduzione al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

Se il dosaggio medio del bitume si scosta oltre il 10% in più o in meno rispetto alla percentuale ottima, l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

#### **g.5) Aggregati**

Alla curva granulometrica (UNI EN 12697-2) delle singole percentuali; non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso di +/- 5 %; e non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/- 2 %; per il passante al setaccio UNI 0,075 mm di +/- 1,5% superati tali limiti l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori, se le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto, l'accettazione del materiale con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 2 % al prezzo unitario, della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, per ogni classe di aggregati errati (filler, aggregato fino e aggregato grosso).

Per le caratteristiche di resistenza meccanica degli aggregati grossi potrà essere accettata una variazione fino al 10% in più del valore di accettazione del coefficiente Los Angeles.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per impiego di materiali di categoria inferiore, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_1 = (P.E.) \cdot 10 \cdot (L.A.\% - B\%)$$

dove:

$D_1$  = detrazione in Euro;

P.E. = prezzo di elenco;

L.A.% = coefficiente Los Angeles determinato in laboratorio e i cui limiti di accettazione minimi sono indicati nella tabella seguente:

Strato di Base	44 %
Strato di collegamento	27,5 %
Strato di Usura	21,5 %

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

B% = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di Base	40
Strato di collegamento	25
Strato di Usura	20

#### **g.6) Conglomerato bituminoso**

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa in considerazione soprattutto la stabilità Marshall (UNI EN 12697-34) ricavata dalle prove di controllo effettuate; per tali valori di stabilità, potrà essere accettata una variazione in meno fino al 10% dei rispettivi valori di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore durata della pavimentazione, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_2 = (P.E.) \cdot (C - St_{Marshall}) / 500$$

dove:

$D_2$  = detrazione in Euro;

P.E. = prezzo di elenco;

C = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di Base	8,5 kN
Strato di collegamento	10 kN
Strato di Usura	10,5 kN

$St_{Marshall}$  = valore della stabilità Marshall determinata in laboratorio e i cui limiti minimi di accettazione sono indicati nella tabella seguente:

Strato di Base	7 kN
Strato di collegamento	8 kN
Strato di Usura	9 kN

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

5 = coefficiente correttivo espresso in kN.

Per quanto riguarda i vuoti residui Marshall (UNI EN 12697-8) non potrà essere accettata una variazione ai limiti di progetto.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori l'accettazione, con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 10% al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, del materiale con vuoti residui superiori a quanto previsto.

Per le caratteristiche di compattezza degli strati finiti, potrà essere tollerata una eccedenza del volume percentuale dei vuoti residui fino al 20% dei rispettivi valori massimi di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore quantità di materiale posto in opera, determinata dalla seguente relazione:

$$D_3 = (P.E.) \cdot 5 \cdot (V\% - D\%)$$

dove:

D3 = detrazione in Euro;

P.E. = prezzo di elenco;

5 = coefficiente correttivo;

V% = volume dei vuoti determinato in laboratorio; esso, a seconda dello strato considerato, assume i seguenti valori massimi di riferimento:

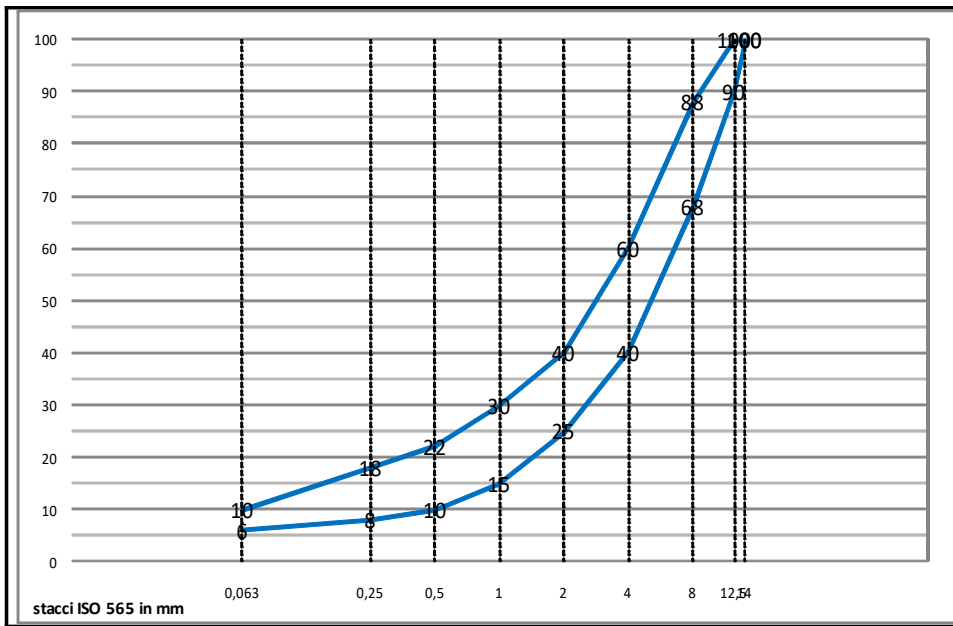
Strato di Base	11 %
Strato di collegamento	11 %
Strato di Usura	10 %

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.



## RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE MODIFICATA HARD

AGGREGATI			
GROSSO (> 2 mm)			
% di frantumato	≥ 70	%	
coefficiente di frammentazione (Los Angeles)	≤ 25	%	(LA <sub>25</sub> )
Coefficiente di levigabilità	-	%	(PSV <sub>NPD</sub> )
coefficiente di appiattimento	-	%	(FI <sub>NPD</sub> )
coefficiente di forma	-	%	(SI <sub>NPD</sub> )
FINO (< 2 mm)			
coefficiente di frammentazione (Los Angeles) su granulato della stessa provenienza equivalente in sabbia	≤ 25	%	(LA <sub>25</sub> )
ADDITIVI (filler)	≥ 80		
passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida)	10		
	0	p.p.	
passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida)	≥ 90	p.p.	
passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	≥ 85	p.p.	
LEGANTE			
Penetrazione a 25°C	50 ÷ 70	dmm	
Punto di rammollimento (palla- anello)	≥ 80	°C	
Punto di rottura Fraass, massimo	≤ -15	°C	
viscosità dinamica a 100° C	≥ 60	Pa.s	
viscosità dinamica a 160° C	≥ 0,4	Pa.s	
ritorno elastico a 25° C	> 75	%	
variazione su penetrazione dopo “tuben test”	< 5	dmm	
variazione su punto di rammollimento dopo “tuben test”	< 5	°C	
CONGLOMERATO BITUMINOSO			
Stabilità Marshall			k
	10 ÷ 18	N	
Rigidezza Marshall		kN/m	
	3 ÷ 5	m	
Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia)	3 ÷ 6	%	
Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D <sub>C</sub> )	3 ÷ 6	%	
Vuoti residui in opera	3 ÷ 7	%	
Percentuale di addensamento	97	%	
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	5000 ÷ 7000	MPa	
	14	m	10
		m	0 ÷ 100
	12,5	m	90 ÷ 100
		m	
	8	m	68 ÷ 88
		m	
	4	m	40 ÷ 60
		m	

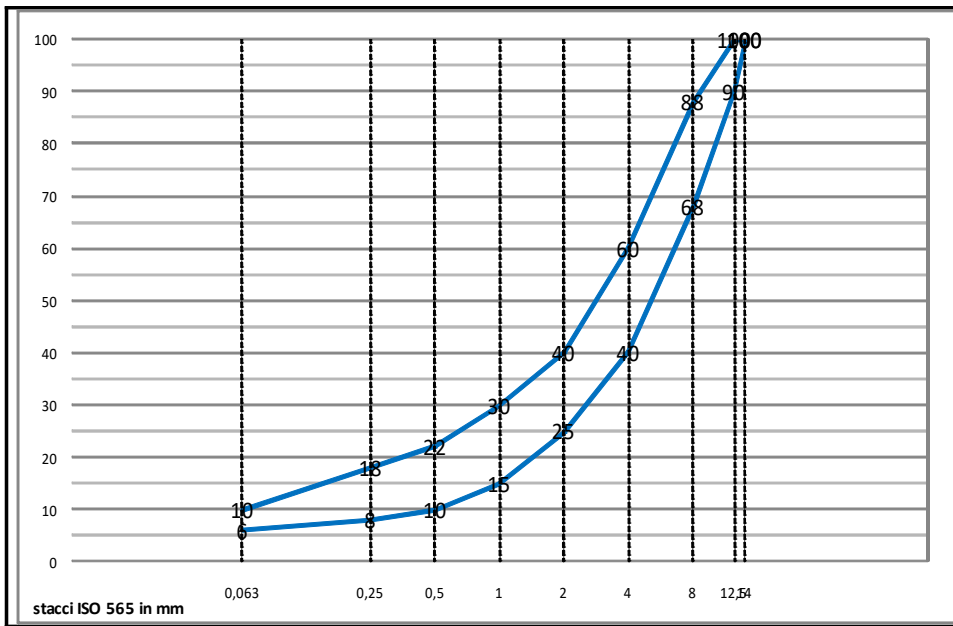


2	m	25	÷	40
1	m	15	÷	30
0,5	m	10	÷	22
0,25	m	8	÷	18
0,063	m	6	÷	10
% bitume		4,0	÷	4,5

sul peso degli inerti

## RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BINDER MODIFICATO HARD

[illegible]

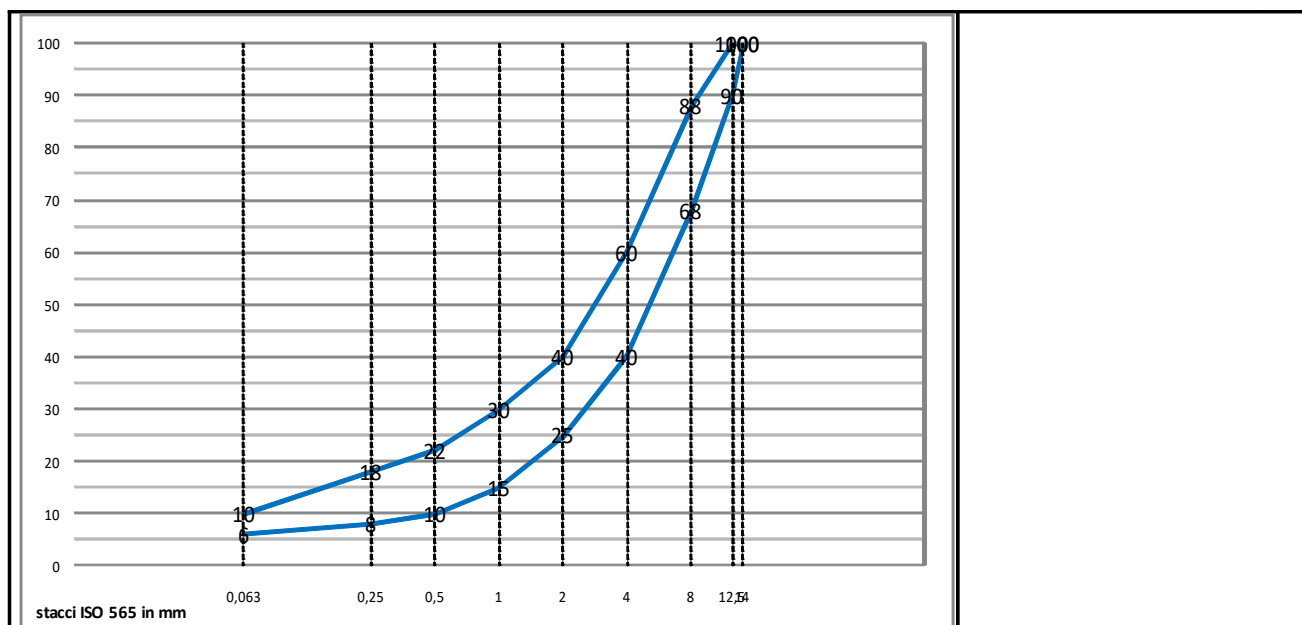


2	m	25	÷	40
1	m	15	÷	30
0,5	m	10	÷	22
0,25	m	8	÷	18
0,063	m	6	÷	10
% bitume		5,0	÷	5,5

sul peso degli inerti

## RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA MODIFICATA HARD

<b>AGGREGATI</b>					
GROSSO (> 2 mm)					
% di frantumato		≥	100 %		
coefficiente di frammentazione (Los Angeles)		≤	20 %	(LA <sub>20</sub> )	
Coefficiente di levigabilità			0,4		
			5 %	(PSV <sub>45</sub> )	
coefficiente di appiattimento			12 %	(FI <sub>15</sub> )	
coefficiente di forma			15 %	(SI <sub>15</sub> )	
FINO (< 2 mm)					
coefficiente di frammentazione (Los Angeles) su granulato della stessa provenienza equivalente in sabbia		≤	25 %	(LA <sub>25</sub> )	
ADDITIVI (filler)		≥	80		
passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida)			100	p.p.	
passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida)		≥	90	p.p.	
passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)		≥	85	p.p.	
<b>LEGANTE</b>					
Penetrazione a 25°C		50 ÷ 70	dmm		
Punto di rammollimento (palla- anello)		≥	80 °C		
Punto di rottura Fraass, massimo		≤	-15 °C		
viscosità dinamica a 100° C		≥	60 Pa.s		
viscosità dinamica a 160° C		≥	0,4 Pa.s		
ritorno elastico a 25° C		>	75 %		
variazione su penetrazione dopo “tuben test”		<	5 dmm		
variazione su punto di rammollimento dopo “tuben test”		<	5 °C		
<b>CONGLOMERATO BITUMINOSO</b>					
Stabilità Marshall			k		
		10 ÷ 18	N		
Rigidezza Marshall			kN/m		
		3 ÷ 5	m		
Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia)		3 ÷ 6	%		
Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D <sub>c</sub> )		3 ÷ 6	%		
Vuoti residui in opera		3 ÷ 7	%		
Percentuale di addensamento			97 %		
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	5000 ÷ 7000		MPa		
	14 mm	10			
		0 ÷ 100			
	12,5 mm	90 ÷ 100			
	8 mm	68 ÷ 88			
	4 mm	40 ÷ 60			
	2 mm	25 ÷ 40			
	1 mm	15 ÷ 30			
	0,5 mm	10 ÷ 22			
	0,25 mm	8 ÷ 18			
	0,063 mm	6 ÷ 10			
	% bitume	5,5 ÷ 7,0			
	sul peso degli inerti				



## Art. 14 -CONGLOMERATI BITUMINOSI AD ALTO MODULO COMPLESSO

I conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso sono costituiti da miscele di inerti provenienti esclusivamente da frantumazione di ghiaie, di sabbie di frantumazione e di additivo minerale, impastati a caldo con bitume modificato.

La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori

### a) Caratteristiche dei materiali da impiegare

#### a.1) Materiali inerti

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento ed usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma 13043 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

#### Strati di base e binder

- perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, non superiore al 22% ( $LA_{25}$ );

- se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 2% ( $F_2$ );

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, inferiore all'1%;

#### Strato di usura

- il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;

- la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, deve essere inferiore al 20% ( $LA_{20}$ );
- il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 0,45 ( $PSV_{45}$ );
- se richiesto dalla Direzione Lavori, la perdita di resistenza dopo gelo e disgelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non dovrà essere superiore a 1 ( $F_1$ );
- il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, deve essere nullo;
- l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 15 ( $SI_{15}$ );
- l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 12% ( $FI_{15}$ );

In ogni caso, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione; in ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (Norma UNI EN 1097-2) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la prova Norma UNI EN 933-8 dovrà essere superiore od uguale ad 80 per tutti gli strati.

L'additivo minerale (filler) dovrà essere costituito da materiale polverulento, proveniente dalla macinazione di rocce calcaree o dolomitiche a struttura amorfa (non cristallina), oppure da un materiale sintetico di natura prevalentemente calcarea (cemento Portland normale o cemento crudo).

All'analisi granulometrica (UNI EN 933-10 o in alternativa UNI EN 933-1 per via umida) l'additivo minerale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- totale passante al setaccio 2 mm: 100% in peso
- totale passante al setaccio 0.125 mm: > 85% in peso
- totale passante al setaccio 0.063 mm: > 75% in peso

Nella miscela di inerti che costituisce il conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato esclusivamente materiale derivante da frantumazione. In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi.

## a.2) Legante

Dovrà essere impiegato bitume con modifica complessa secondo le prescrizioni descritte dalla seguente tabella:

prova	u.m.	Valore	Norma
<b>Penetrazione a 25 °C</b>	dmm	20 ÷ 40	UNI EN 1426
<b>Punto di rammollimento P.A.</b>	°C	60 ÷ 80	UNI EN 1427
<b>Punto di rottura Fraass</b>	°C	≤ -16	UNI EN 12593
<b>Viscosità dinamica a 100 °C (SPDL 07)</b>	Pa s	60 ÷ 110	UNI EN 13702-2

<b>Viscosità dinamica a 160 °C (SPDL 21)</b>	Pa s	0.5 ÷ 1.0	
<b>Ritorno elastico a 25°C</b>	%	> 90	UNI EN 13398
<b>v scostamenti dopo prova "tuben test" (UNI EN 13399)</b>			
<b>penetrazione a 25° C</b>	$\Delta$ (dmm)	< 5.0	UNI EN 1426
<b>punto di rammollimento</b>	$\Delta_T$ (°C)	< 3.0	UNI EN 1427

### a.3) Miscela

In accordo a quanto fissato dalla Regolamento 305/11/CE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-5. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare una composizione granulometrica compresa all'interno dei seguenti fusi di riferimento rappresentati in tabella:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso	Passante in peso	Passante in peso
	BASE	BINDER	USURA
<b>Setaccio 32</b>	100	100	-
<b>Setaccio 20</b>	90 - 100	90 - 100	-
<b>Setaccio 16</b>	80 - 100	80 - 100	-
<b>Setaccio 14</b>	-	73 - 100	100
<b>Setaccio 12.5</b>	62 - 90	65 - 90	90 - 100
<b>Setaccio 8</b>	45 - 68	50 - 68	68 - 88
<b>Setaccio 4</b>	32 - 50	30 - 50	40 - 60
<b>Setaccio 2</b>	20 - 36	20 - 36	25 - 40
<b>Setaccio 1</b>	16 - 29	14 - 29	15 - 30
<b>Setaccio 0, 5</b>	13 - 22	8 - 22	10 - 22
<b>Setaccio 0, 25</b>	10 - 17	5 - 17	8 - 18
<b>Setaccio 0, 063</b>	6 - 12	3 - 8	6 - 10

Dalla composizione della miscela resta esclusa qualsiasi possibilità di uso di materiale proveniente da recupero di pavimentazioni esistenti.

Il tenore di bitume, sul peso totale degli inerti, dovrà essere compreso fra 4.8 % e 6.0 % per lo strato di base; tra 5.2% e 6.5% per lo strato di collegamento e tra il 5.5% e 7.0% per lo strato di usura.

La percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio della miscela con il metodo Marshall oppure in alternativa con il metodo volumetrico.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

<b>METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30)</b>	
<b>Condizioni di prova</b>	<b>Valore richiesto</b>



<b>Costipamento</b>	75 colpi per faccia
<b>Parametri</b>	
<b>Stabilità (UNI EN 12697-34)</b>	$\geq 18$ kN
<b>Rigidezza</b>	$\geq 3$ kN/mm
<b>Vuoti residui (UNI EN 12697-8)</b>	$2 \div 5$
<b>Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY EN 12697-26)</b>	7000 ÷ 9500 MPa su campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento
	7000 ÷ 9500 MPa su campioni riscaldati in forno dopo prlievo

<b>METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31)</b>	
<b>Condizioni di prova</b>	<b>Valore richiesto</b>
<b>Angolo di rotazione</b>	$1.25^\circ \pm 0.02$
<b>Velocità di rotazione</b>	30 rotazioni/min
<b>Pressione verticale</b>	600 Kpa
<b>Diametro del provino</b>	150 mm
<b>Parametri</b>	
<b>Vuoti a 10 rotazioni</b>	$10 \div 12$
<b>Vuoti a 100 rotazioni</b>	$2 \div 5$
<b>Vuoti a 180 rotazioni</b>	$> 1$
<b>Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY EN 12697-26)</b>	7000 ÷ 9500 MPa su campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento
	7000 ÷ 9500 MPa su campioni riscaldati in forno dopo prlievo

La densità a 100 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto  $D_G$  e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

#### **b) Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione degli strati ad alto modulo, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature.

Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte mediante la certificazione della marcatura CE; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 12697-2), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo Marshall o in alternativa metodo volumetrico.

La Direzione lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

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

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- ±5% sull'aggregato grosso;
- ±2% sull'aggregato fine;
- ±1.5% sulla quantità di filler;
- ±0.25% sulla quantità di bitume.

### **c) Formazione e confezione della miscela**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo continuo o discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

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

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura.

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

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 25-30 secondi.

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

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

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

#### **d) Posa in opera della miscela**

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con 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 di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 chilometri.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto del confezionamento non dovrà superare i 180° C e quella della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

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

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli vibranti con ruote metalliche con peso di almeno 10 ton.

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.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.LL. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

In qualsiasi caso subito dopo la stesa dell'emulsione bituminosa, la superficie oggetto di intervento verrà cosparsa con filler di natura calcarea per evitare che lo strato di manto di attacco venga danneggiato dal transito dei mezzi di cantiere.

#### **e) Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali**

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive 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, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

#### **f) Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto D<sub>G</sub> dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8), che dovrà risultare compreso fra 3 e 6%.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6, su carote di 15 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

La superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Al termine della compattazione per lo strato di usura, dovranno essere verificate le seguenti prescrizioni:

- dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto DG dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa;

- Il contenuto di vuoti residui, in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8), deve essere compreso fra 3 e 6%;

- Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso.

Le caratteristiche di antisdruciolevezza valutate mediante Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) rilevato mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine) secondo Norma UNI CEN TS 15901-6 o S.K.M. (Sideway Force Coefficient Machine) secondo Norma UNI CEN TS 15901-8,, sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,60; soddisfacente, per valori compresi tra 0,40 e 0,60, in questo caso il conglomerato verrà penalizzato; insufficiente e quindi non accettabile per valori inferiori a 0,40.

- la macrotessitura superficiale dello strato, rilevata mediante strumento laser rispondente alla Norma ISO 13473 ed espresso come valore MPD (Mean Profile Depth), ovvero espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1, dovrà essere maggiore di 0,8 mm.

- Il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare. L'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare:  $IRI_{medio}/km \leq 1,2 \text{ mm/m}$  (deviazione standard non superiore a 0.4 mm/m).

Le misure di CAT, MPD (HS) e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

#### **g) Penalità e limiti di accettazione**

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

Tutte le detrazioni definite di seguito sono cumulabili.

Nel caso in cui l'ammontare complessivo delle detrazioni eguali o superi il 50% del relativo prezzo di elenco, è facoltà dell'Amministrazione appaltante ordinare la rimozione o il rifacimento delle opere realizzate, a totale cura e spese dell'Impresa e fatta salva l'eventuale richiesta di risarcimento per danni.

#### **g.1) Aderenza**

Qualora il valore medio, come precedentemente definito, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m di CAT e/o a 50 m per HS sia inferiore ai valori richiesti per ciascun tipo di pavimentazione, fino al raggiungimento di alcuni valori inaccettabili appresso specificati, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

I valori inaccettabili per gli strati di usura sono per il CAT minori di 40 e per il MPD minori di 0,25; per i trattamenti per il ripristino dell'aderenza (antiskid e slurry seal) la soglia di inaccettabilità viene stabilita in 50 per il CAT e 0,40 per il MPD.

Qualora il valore di CAT e/o di MPD sia inferiore a tali valori si dovrà procedere, con oneri a totale carico dell'esecutore, alla rimozione completa dello strato con fresa ed alla messa in opera di un nuovo strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irrudivimento per portare il valore o i valori deficitari al di sopra della soglia di inaccettabilità. Nel caso in cui non si raggiungano i valori prescritti ma i valori rilevati siano, comunque, al di sopra della soglia di inaccettabilità verrà applicata una detrazione pari al 20%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza alla scivolosità degli strati direttamente soggetti al traffico, verranno presi in considerazione sia i valori BPN misurati sugli strati appena finiti, che la riduzione di tali valori rilevata a 2 mesi dall'apertura al traffico: i limiti di accettabilità per tali valori saranno rispettivamente di 5 punti in meno per quelli relativi agli strati appena finiti e di 3 punti in più per quelli relativi alla riduzione dei valori stessi rilevata dopo 2 mesi di assoggettamento al traffico.

In caso di accertata carente resistenza allo scivolamento, la D.L. potrà ordinare tutte quelle lavorazioni atte a rendere accettabile, al fine della rugosità superficiale, la pavimentazione stessa; gli oneri derivanti saranno a completo e totale carico dell'Impresa.

#### **g.2) Regolarità**

Qualora i valori medi dell'I.R.I., come precedentemente definiti, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m, non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Nel caso in cui il valore dell'I.R.I. fosse superiore a 4,5 mm per m. e/o l'irregolarità relativa a tutto lo spettro risulti superiore od uguale a 10 mm oppure quella relativa alle onde corte risultasse di ampiezza maggiore od uguale a 4 mm e per le onde medie maggiore od uguale a 9 mm, si dovrà procedere gratuitamente alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo ed alle stesse generalità precedentemente descritte.

#### **g.3) Spessore degli strati**

Per la determinazione delle penali oltre all'applicazione di quanto previsto ai precedenti paragrafi si procederà alla verifica dello spessore della pavimentazione (UNI EN 12697-36) il quale dovrà rispondere allo spessore di progetto.

Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine.

Su tali carote, prelevate casualmente dalla Committente ed eventualmente in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione giornalmente stesa, dovranno essere effettuate misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione.

#### **g.4) Dosaggio di Bitume**

La quantità di bitume contenuta nell'impasto (UNI EN 12697-1), risultante quale media di un insieme di determinazioni effettuate su una singola corsia o tratta, non dovrà scostarsi più di 0,25 in più o in meno rispetto alla % ottima prevista dall'Impresa e approvata dalla Direzione Lavori; qualora lo scostamento sia maggiore e sino al 10%, verrà applicata a titolo di penale la stessa riduzione al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

Se il dosaggio medio del bitume si scosta oltre il 10% in più o in meno rispetto alla percentuale ottima, l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

#### **g.5) Aggregati**

Alla curva granulometrica (UNI EN 12697-2) delle singole percentuali; non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso di +/- 5 %; e non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/- 2 %; per il passante al setaccio UNI 0,075 mm di +/- 1,5% superati tali limiti l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori, se le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto, l'accettazione del materiale con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 2 % al prezzo unitario, della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, per ogni classe di aggregati errati (filler, aggregato fino e aggregato grosso).

Per le caratteristiche di resistenza meccanica degli aggregati grossi potrà essere accettata una variazione fino al 10% in più del valore di accettazione del coefficiente Los Angeles.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per impiego di materiali di categoria inferiore, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_1 = (P.E.) \cdot 10 \cdot (L.A.\% - B\%)$$

dove:

$D_1$  = detrazione in Euro;

P.E. = prezzo di elenco;

L.A.% = coefficiente Los Angeles determinato in laboratorio e i cui limiti di accettazione minimi sono indicati nella tabella seguente:

Strato di Base	44 %
Strato di collegamento	27,5 %
Strato di Usura	21,5 %

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

B% = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di Base	40
Strato di collegamento	25
Strato di Usura	20

#### **g.6) Conglomerato bituminoso**

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa in considerazione soprattutto la stabilità Marshall (UNI EN 12697-34) ricavata dalle prove di controllo effettuate; per tali valori di stabilità, potrà essere accettata una variazione in meno fino al 10% dei rispettivi valori di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore durata della pavimentazione, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_2 = (P.E.) \cdot (C - St_{Marshall}) / 500$$

dove:

$D_2$  = detrazione in Euro;

P.E. = prezzo di elenco;

C = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di Base	8,5 kN
Strato di collegamento	10 kN
Strato di Usura	10,5 kN

$St_{\text{Marshall}}$  = valore della stabilità Marshall determinata in laboratorio e i cui limiti minimi di accettazione sono indicati nella tabella seguente:

Strato di Base	7 kN
Strato di collegamento	9 kN
Strato di Usura	10 kN

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

5 = coefficiente correttivo espresso in kN.

Per quanto riguarda i vuoti residui Marshall (UNI EN 12697-8) non potrà essere accettata una variazione ai limiti di progetto.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori l'accettazione, con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 10% al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, del materiale con vuoti residui superiori a quanto previsto.

Per le caratteristiche di compattezza degli strati finiti, potrà essere tollerata una eccedenza del volume percentuale dei vuoti residui fino al 20% dei rispettivi valori massimi di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore quantità di materiale posto in opera, determinata dalla seguente relazione:

$$D_3 = (P.E.) \cdot 5 \cdot (V\% - D\%)$$

dove:

D3 = detrazione in lire;

P.E. = prezzo di elenco;

5 = coefficiente correttivo;

V% = volume dei vuoti determinato in laboratorio; esso, a seconda dello strato considerato, assume i seguenti valori massimi di riferimento:

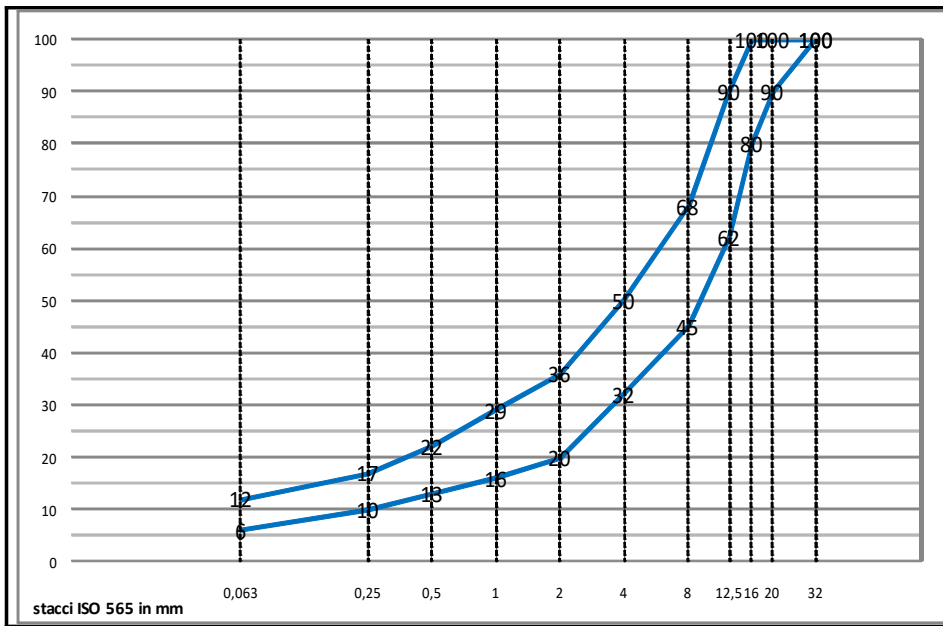
Strato di Base	11 %
Strato di collegamento	11 %
Strato di Usura	10 %

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.



## RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE ALTO MODULO

[illegible]

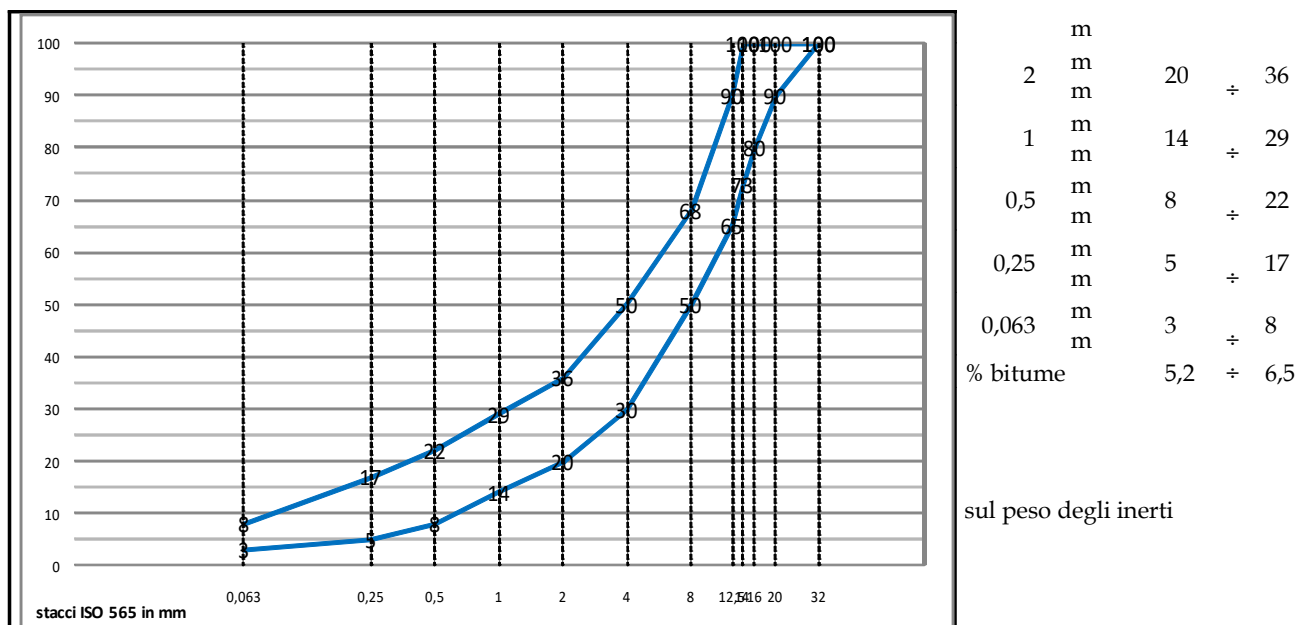


4	m	32	÷	50
2	m	20	÷	36
1	m	16	÷	29
0,5	m	13	÷	22
0,25	m	10	÷	17
0,063	m	6	÷	12
% bitume		4,8	÷	6,0

sul peso degli inerti

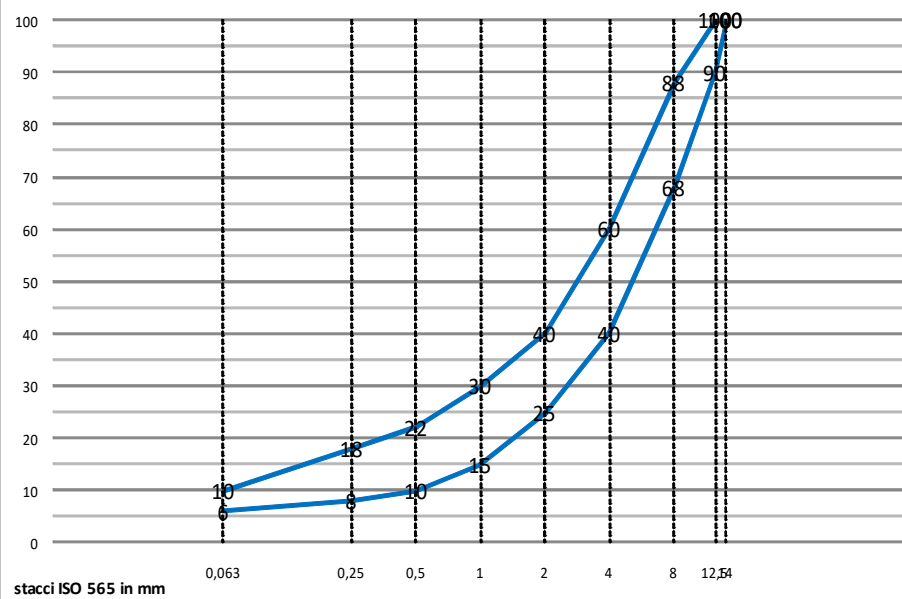
## PER STRATO DI BINDER ALTO MODULO

AGGREGATI	
GROSSO (> 2 mm) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) Coefficiente di levigabilità  coefficiente di appiattimento coefficiente di forma FINO (< 2 mm) coefficiente di frammentazione (Los Angeles) su granulato della stessa provenienza equivalente in sabbia ADDITIVI (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida)  passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	<div><div>≥ 70 % ≤ 22 % (LA<sub>25</sub>) - % (PSV<sub>NPD</sub>) - % (FI<sub>NPD</sub>) - % (SI<sub>NPD</sub>)</div><div>≤ 25 % (LA<sub>25</sub>) ≥ 80  10 0 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.</div></div>
LEGANTE	
Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità dinamica a 100° C  viscosità dinamica a 160° C ritorno elastico a 25° C variazione su penetrazione dopo “tuben test” variazione su punto di rammollimento dopo “tuben test”	<div><div>20 ÷ 40 dmm 60 ÷ 80 °C ≤ -16 °C 11 60 ÷ 0 Pa.s 0,5 ÷ 1,0 Pa.s &gt; 90 % &lt; 5 dmm &lt; 3 °C</div></div>
CONGLOMERATO BITUMINOSO	
Stabilità Marshall Rigidezza Marshall  Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D <sub>G</sub> ) Vuoti residui in opera Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	<div><div>≥ 18 kN kN/m ≥ 3,5 m 2 ÷ 5 % 2 ÷ 5 % 3 ÷ 6 % 97 % 7000 ÷ 9500 MPa</div></div>
	<div><div>32 m 10 ÷ 100 m 0 20 m 90 ÷ 100 m 16 m 80 ÷ 100 m 14 m 73 ÷ 100 m 12,5 m 65 ÷ 90 m 8 m 50 ÷ 68 m 4 m 30 ÷ 50</div></div>



### RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA ALTO MODULO

AGGREGATI	
GROSSO (> 2 mm)	≥ 100 %
% di frantumato	≤ 18 % (LA <sub>20</sub> )
coefficiente di frammentazione (Los Angeles)	0,4
Coefficiente di levigabilità	5 % (PSV <sub>45</sub> )
coefficiente di appiattimento	12 % (FI <sub>15</sub> )
coefficiente di forma	15 % (SI <sub>15</sub> )
FINO (< 2 mm)	≤ 25 % (LA <sub>25</sub> )
coefficiente di frammentazione (Los Angeles) su granulato della stessa provenienza equivalente in sabbia	≥ 80
ADDITIVI (filler)	
passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida)	100 p.p.
passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida)	≥ 90 p.p.
passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	≥ 85 p.p.
LEGANTE	
Penetrazione a 25°C	20 ÷ 40 dmm
Punto di rammollimento (palla- anello)	60 ÷ 80 °C
Punto di rottura Fraass, massimo	≤ -16 °C
viscosità dinamica a 100° C	11
viscosità dinamica a 160° C	60 ÷ 0 Pa.s
ritorno elastico a 25° C	0,5 ÷ 1,0 Pa.s
variazione su penetrazione dopo "tuben test"	> 90 %
variazione su punto di rammollimento dopo "tuben test"	< 5 dmm
	< 3 °C
CONGLOMERATO BITUMINOSO	
Stabilità Marshall	≥ 18 kN
Rigidezza Marshall	kN/m
Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia)	≥ 4 m
Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D <sub>G</sub> )	2 ÷ 5 %
Vuoti residui in opera	2 ÷ 5 %
Percentuale di addensamento	3 ÷ 6 %
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	98 %
	7000 ÷ 9500 MPa



14	m	10		100
	m	0	÷	
12,5	m	90	÷	100
	m			
8	m	68	÷	88
	m			
4	m	40	÷	60
	m			
2	m	25	÷	40
	m			
1	m	15	÷	30
	m			
0,5	m	10	÷	22
	m			
0,25	m	8	÷	18
	m			
0,063	m	6	÷	10
	m			
% bitume		5,5	÷	7,0
sul peso degli inerti				

## Art. 15 -TRATTAMENTI SUPERFICIALI

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

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante esportazione col piccone delle materie esuberanti e colmataura 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<sup>3</sup> 12 di graniglia da mm 10 a mm 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1,5 di emulsione bituminosa e dm<sup>3</sup> 8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato.

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

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

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

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

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile esportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

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

#### a) Modalità di esecuzione

- Accurata pulizia della superficie stradale per eliminare polvere, terra e quant'altro in genere.
- Per mezzo di apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile automaticamente dall'operatore e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da garantire l'uniformità durante la stesa di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, con le prescrizioni come da capitolato, in ragione di  $1,400 \pm 0,100$  Kg/mq, in funzione delle condizioni del manto stradale, alla temperatura di 60-80°C.

- Immediata stesa della graniglia, avente generalmente la pezzatura di 4÷8 o 3÷6 mm, secondo le indicazioni dell'elenco voci, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di 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
<b>a</b>	<b>Contenuto d'acqua</b>	EN 1428	30 ±1%
<b>b</b>	<b>Contenuto di legante</b>	EN 1428	70 ±1%
<b>c</b>	<b>Contenuto di bitume</b>	EN 1428	> 69%
<b>d</b>	<b>Contenuto di flussante</b>	EN 1431	0
<b>e</b>	<b>Demulsività</b>	EN 12850	50 ÷100
<b>f</b>	<b>Omogeneità</b>	ASTM D244-72	max. 0,2%
<b>g</b>	<b>Sedimentazione a 5 gg.</b>	EN 12847	max. 5%
<b>h</b>	<b>Viscosità Engler a 20°C</b>	CNR 102	> 20°E
<b>i</b>	<b>PH (grado di acidità)</b>	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato

<b>l</b>	<b>Penetrazione a 25 °C</b>	EN 1426	50 ÷70 dmm
<b>m</b>	<b>Punto di rammollimento</b>	EN 1427	≥ 65°C
<b>n</b>	<b>Punto di rottura (Frass)</b>	EN 12593	≥ -18°C

#### **c) Materiali inerti**

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

<b>Los Angeles (EN 1097-2)</b>	≤ 18%
<b>Coefficiente di frantumazione (EN 933-5)</b>	100%
<b>Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(EN 1097-8)</b>	> 45
<b>Coeff. di forma (EN 933-4)</b>	< 15
<b>Coeff. di appiattimento (EN 933-3)</b>	< 12
<b>Sensibilità al gelo (EN 1397-1)</b>	< 1%
<b>Spogliamento in acqua a 40 °C (EN 12697-11)</b>	0%

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

Setacci ISO 565	GRANIGLIA	GRANIGLIA
mm.	4/8 mm.	3/6 mm.
	<b>Passante al setaccio % in peso</b>	
20,00		
12,50		
10,00	100	
6,3	88-100	100
4,00	26-55	92-100
2,00	0-5	2-15
0,500	0	0
0.125		
0.063		
Lt/m <sup>2</sup>	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 in più o meno del 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. (Sideway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma UNI CEN TS 15901-6 o S.K.M. (Sideway Force Coefficient Machine) secondo Norma UNI CEN TS 15901-8,,, 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/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> o lt 10÷11/m<sup>2</sup>.

- Stesa di una seconda mano di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, in ragione di 1,300 Kg/m<sup>2</sup>.

- 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/m<sup>2</sup> lt 6÷7/m<sup>2</sup>.

- Adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 t.

- Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice anche a più riprese o nei giorni successivi alla posa in opera.

- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

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

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

#### b) Emulsione bituminosa modificata

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

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
A	Contenuto d'acqua	EN 1428	30 ±1%
B	Contenuto di legante	EN 1428	70 ±1%
C	Contenuto di bitume	EN 1428	> 69%
D	Contenuto di flussante	EN 1431	0
E	Demulsività	EN 12850	50 ÷100
F	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
G	Sedimentazione a 5 gg.	EN 12847	max. 5%
H	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	> 20°E
I	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato			
L	Penetrazione a 25 °C	EN 1426	50 ÷70 dmm.
M	Punto di rammollimento	EN 1427	≥ 65°C
N	Punto di rottura (Frass)	EN 12593	≥ -18°C

#### c) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (EN 1097-2)	≤ 18%
Coefficiente di frantumazione (EN 933-5)	100
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(EN 1097-8)	
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(EN 1097-8)	> 45

<b>Coeff. di forma (EN 933-4)</b>	< 15
<b>Coeff. di appiattimento (EN 933-3)</b>	< 12
<b>Sensibilità al gelo (EN 1397-1)</b>	< 1%
<b>Spogliamento in acqua a 40 °C (EN 12697-11)</b>	0%

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

SETACCI ISO 565	PIETRISCHETTI		GRANIGLIE	
mm.	12/18 mm.	8/12 mm.	4/8 mm.	3/6 mm.
	<b>Passante al setaccio % in peso</b>			
<b>20,00</b>	100	100		
<b>12,50</b>	40-80	97-100		
<b>10,00</b>	2-15	78-94	100	
<b>6,3</b>	0-4	12-34	88-100	100
<b>4,00</b>	0	0-8	26-55	92-100
<b>2,00</b>		0	0-5	2-15
<b>0,500</b>			0	0
<b>0,125</b>				
<b>0,063</b>				
<b>Lt/mq 1°mano</b>	10/11	7/9	5/6	
<b>Lt/mq 2°mano</b>			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. 16 -TRATT. 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. 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/m<sup>2</sup> e abbondante bagnatura della superficie con apposito autobotte.
- Spargimento di una prima mano di emulsione cationica da impregnazione al 55% di bitume a lenta rottura, in quantità non inferiore a 2,5 Kg/m<sup>2</sup>, mediante apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile automaticamente dall'operatore e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da garantire l'uniformità durante le operazioni di stesa.
- Immediata stesa, con apposito spandigraniglia, di pietrisco di pezzatura 12/18 mm, in ragione di 10 l/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>.
  - strada a traffico medio/pesante:  
di emulsione cationica al 70% di bitume, prodotta da bitumi modificati, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/m<sup>2</sup>.
- Immediata stesa, con apposito spandigraniglia, di pietrisco di pezzatura 8/12 mm, in ragione di 10 l/m<sup>2</sup>.
- Stesa di una terza mano:
  - strada a traffico leggero:  
di emulsione cationica al 69% di bitume, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/m<sup>2</sup>.
  - strada a traffico medio/pesante:  
di emulsione cationica al 70%, prodotta da bitumi modificati, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/m<sup>2</sup>.
- Saturazione con apposito spandigraniglia, di graniglia di pezzatura 4/8 o 3/6 mm in ragione di 5 o 6 l/m<sup>2</sup> e successiva rullatura.
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

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

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

#### c) Emulsioni bituminose

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

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
A	Contenuto d'acqua	EN 1428	45%
B	Contenuto di legante	EN 1428	55%
C	Contenuto di bitume	EN 1428	> 51%
D	Contenuto di flussante	EN 1431	3 ÷ 4%
E	Demulsività	EN 12850	0 ÷ 5%
F	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
G	Sedimentazione a 5 gg.	EN 12847	max. 5%

<b>H</b>	<b>Viscosità Engler a 20°C</b>	CNR 102	2 ÷ 5°E
<b>I</b>	<b>PH (grado di acidità)</b>	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume emulsionato			
<b>L</b>	<b>Penetrazione a 4 °C</b>	EN 1426	180 ÷ 220 dmm
<b>M</b>	<b>Penetrazione a 25 °C</b>	EN 1426	> 300 dmm
<b>N</b>	<b>Punto di rammollimento</b>	EN 1427	37 ÷ 42 °C
<b>O</b>	<b>Punto di rottura (Frass)</b>	EN 12593	≥ -10°C

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

	<b>Caratteristiche</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Valori</b>
<b>A</b>	<b>Contenuto d'acqua</b>	EN 1428	29 ÷ 33%
<b>B</b>	<b>Contenuto di legante</b>	EN 1428	71 ÷ 67%
<b>C</b>	<b>Contenuto di flussante</b>	EN 1431	> 3%
<b>D</b>	<b>Demulsività</b>	EN 12850	50 ÷ 100%
<b>E</b>	<b>Omogeneità</b>	ASTM D244-72	max. 0,2%
<b>F</b>	<b>Sedimentazione a 5 gg.</b>	EN 12847	max. 5%
<b>G</b>	<b>PH (grado di acidità)</b>	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume emulsionato (bitume 80-100)			
<b>H</b>	<b>Penetrazione a 25 °C</b>	EN 1426	< 100 dmm
<b>I</b>	<b>Punto di rammollimento</b>	EN 1427	> 44 °C

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

	<b>Caratteristiche</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Valori</b>
<b>A</b>	<b>Contenuto d'acqua</b>	EN 1428	30%
<b>B</b>	<b>Contenuto di legante</b>	EN 1428	70%
<b>C</b>	<b>Contenuto di bitume</b>	EN 1428	> 67%
<b>D</b>	<b>Contenuto di flussante</b>	EN 1431	3%
<b>E</b>	<b>Demulsività</b>	EN 12850	50 ÷ 100 %
<b>F</b>	<b>Omogeneità</b>	ASTM D244-72	max 0,2%
<b>G</b>	<b>Sedimentazione a 5 gg.</b>	EN 12847	max 5%
<b>H</b>	<b>Viscosità Engler a 20°C</b>	CNR 102	min 20°E
<b>I</b>	<b>PH (grado di acidità)</b>	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume emulsionato			
<b>L</b>	<b>Penetrazione a 25 °C</b>	EN 1426	55 ÷ 65 dmm
<b>M</b>	<b>Punto di rammollimento</b>	EN 1427	> 55 °C
<b>N</b>	<b>Punto di rottura (Frass)</b>	EN 12593	≥ -13°C

#### d) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (EN 1097-2)	≤ 20%
Coefficiente di frantumazione (EN 933-5)	100

Coeff. di levigatezza accelerata "CLA" (EN 1097-8)	
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA" (EN 1097-8)	> 45
Coeff. di forma (EN 933-4)	< 15
Coeff. di appiattimento (EN 933-3)	< 12

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

	PIETRISCHETTI		GRANIGLIE	
SETACCI ISO 565 mm.	12/18 mm.	8/12 mm.	4/8 mm.	3/6 mm.
	Passante al setaccio % in peso			
20,00	100	100		
12,50	40-80	97-100		
10,00	2-15	78-94	100	
6,3	0-4	12-34	88-100	100
4,00	0	0-8	26-55	92-100
2,00		0	0-5	2-15
0,500			0	0
0.125				
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 monostrato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria".

### Art. 17 -SPLITTMASTIX ASPHALT (usura antisdrucchiolo SMA)

#### a) Descrizione

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

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

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

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

#### b) Materiali inerti

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchiolo SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal 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:

<b>Los Angeles (EN 1097-2)</b>	$\leq 20\%$
<b>Coefficiente di frantumazione (EN 933-5)</b>	100
<b>Coeff. di levigatezza accelerata "CLA" (EN 1097-8)</b>	$> 45$
<b>Coeff. di forma (EN 933-4)</b>	$< 15$
<b>Coeff. di appiattimento (EN 933-3)</b>	$< 12$
<b>Sensibilità al gelo (EN 1397-1)</b>	$< 1\%$
<b>Spogliamento in acqua a 40 °C (EN 12697-11)</b>	0%

Aggregato fino (frazione  $\leq 4$  mm):

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

- equivalente in sabbia ES (UNI EN 933-8)  $> 70\%$

Filler (additivo minerale):

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree 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:
- 

<b>Setaccio ISO 565 (mm)</b>	<b>Passante in peso a secco (%)</b>
<b>0,250</b>	100
<b>0,125</b>	95
<b>0,063</b>	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 idrata, 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:

<b>Setacci ISO 565 (mm)</b>	<b>Miscela passante: % totale in peso</b>
<b>20,00</b>	100
<b>12,50</b>	100

10,00	81 ÷ 100
6,3	40 ÷ 60
4,00	30 ÷ 52
2,00	22 ÷ 34
0,500	11 ÷ 21
0.250	10 ÷ 18
0.063	8 ÷ 14

#### d) Legante

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

#### e) Rapporto filler/bitume

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

#### f) Spessore minimo

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

#### g) Requisiti minimi del conglomerato

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

Requisiti del conglomerato per usura antisdrucchiolo (SMA) EN 12697-30	Unità di misura	Valori	Norme di riferimento
Stabilità Marshall eseguita a 60°C (75 colpi/faccia)	kN	> 1000	EN 12697-34
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 350	EN 12697-34
Massa vol. delle carote indist. Rispetto provini Marshall	%	> 97	EN 12697-6
Percentuale dei vuoti residui	%	2÷4	EN 12697-8
Resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,6	EN 12697-23
Coefficiente di aderenza trasversale (15 - 90 gg)	BPN	> 60	EN 13036-4
Macrorugosità superficiale (15 - 180 gg) MTD	mm	> 0.6	EN 13036-1

#### h) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura.

#### i) Confezione e posa in opera delle miscele

MODALITÀ DI PRODUZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE



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

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

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

Ogni 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 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 caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

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

#### TRASPORTO DEL CONGLOMERATO

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

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

#### POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

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

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

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

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

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

## COMPATTAZIONE

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

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

Al termine della compattazione gli strati dovranno avere una densità non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nel controllo 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.

### **1) Preparazione della superficie stradale**

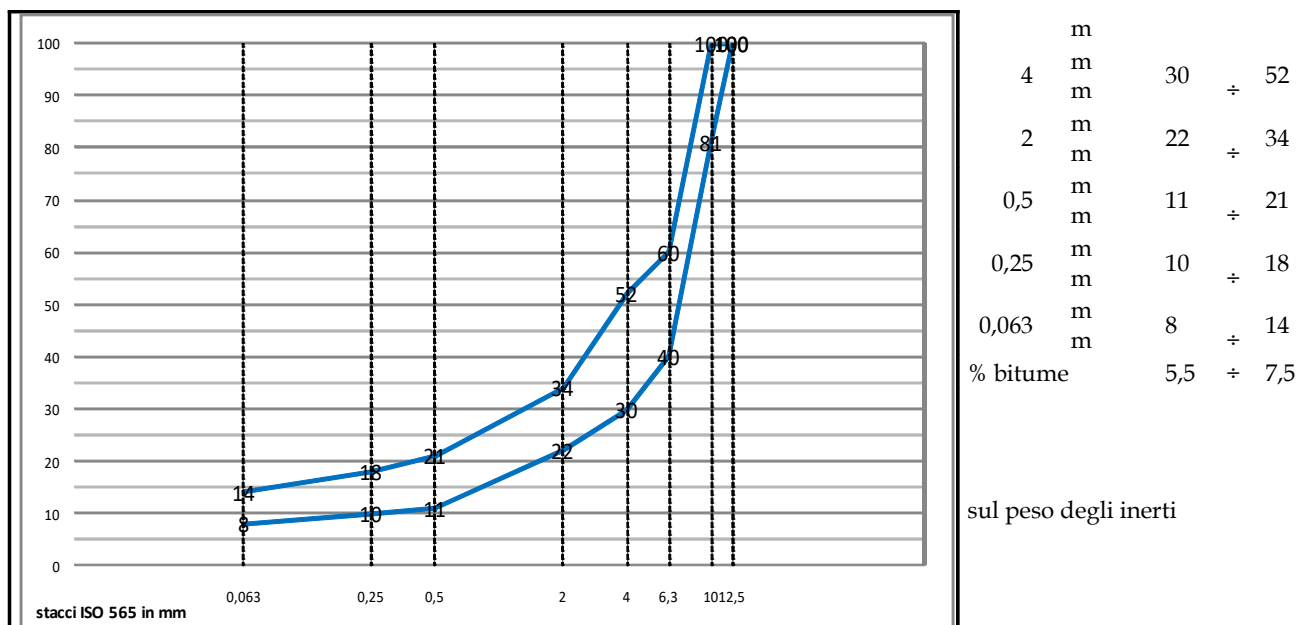
Prima di iniziare la stesa dell'usura antisdrucchiolo SMA, è necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente,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

La mano di attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di Kg 1,0 ± 0,2 al mq, con apposite macchine spruzzatrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, si dovrà provvedere allo spargimento, con apposito mezzo di graniglia prebitumata avente pezzatura 8/12 mm, in quantità di circa 6/8 l/mq. In casi particolari o quando la Direzione lavori lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano di attacco utilizzando una emulsione di bitume modificato con le

caratteristiche minime previste dal punto N dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali" effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di Kg  $1,5 \pm 0,2$  al mq e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

## RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI SMA MODIFICATO HARD

[illegible]



**Art. 18 -DRENANTE FONOASSORBENTE**

#### a) Descrizione

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente è costituito da una miscela di aggregati grossi, fini e additivo minerale-filler (secondo le definizioni della Norma UNI EN 13043 e le specifiche imposte dalla norma UNI EN 13108-7 secondo sistema 2+), impastata a caldo con bitume modificato con elastomeri secondo specifiche della Norma UNI EN 14023 per i bitumi modificati con polimeri secondo sistema 2+, stesa in opera a caldo mediante macchina vibrofinitrice e costipata con appositi rulli.

La peculiarità della miscela bituminosa, in rapporto ai conglomerati tradizionali per strato di usura, è dovuta principalmente al fatto che l'aggregato lapideo possiede una curva granulometrica discontinua che conferisce all'impasto, steso e rullato, un'alta percentuale di vuoti residui intergranulari comunicanti, che rendono il manto stradale permeabile e fonoassorbente.

Il conglomerato, a masse aperte, denominato convenzionalmente "poroso", viene di norma utilizzato per conseguire i seguenti obiettivi specifici:

- migliorare la sicurezza di circolazione del traffico veicolare, aumentando l'aderenza disponibile su piani stradali bagnati (la permeabilità consente una più rapida e completa evacuazione delle acque meteoriche dalla sede stradale);
- ridurre l'inquinamento acustico dovuto al rotolamento dei pneumatici sulla pavimentazione (le cavità del conglomerato consentono una dissipazione del rumore, limitando le riflessioni sonore sulla sovrastruttura).

I conglomerati, costituenti il manto stradale, dovranno possedere caratteristiche di resistenza molto elevate, essendo in grado di resistere a sollecitazioni normali e tangenziali e al loro ripetersi nel tempo. In particolare dovranno essere resistenti alle deformazioni permanenti (viscoplastiche), più rilevanti nelle stagioni calde, come anche alla fessurazione per fatica, più rilevante nella stagione fredda. Le miscele bituminose dovranno essere caratterizzate da un'elevata adesione legante-inerte, da una sensibile elasticità accompagnata ad un'adequata rigidità, da una buona resistenza all'invecchiamento.

La permeabilità della pavimentazione (dovuta a una porosità residua fino a 4 volte superiore a quella di conglomerati tradizionali) dovrà garantire la riduzione dell'effetto di nebulizzazione

(spray) dell'acqua meteorica prodotto dai pneumatici durante il rotolamento su superfici stradali umide o bagnate; dovrà altresì eliminare il rischio di aquaplaning determinato dalla formazione di veli d'acqua sulla pavimentazione, in occasione di precipitazioni atmosferiche intense.

Affinché il conglomerato bituminoso possa esplicare il suo effetto drenante e fonoassorbente sarà necessario che sia steso con uno spessore finito di 4-5 cm (o comunque secondo quanto disposto dalla Direzione Lavori) e che il suo piano di posa risulti completamente impermeabile (per evitare infiltrazioni nel corpo della sovrastruttura) e abbia pendenze trasversali sufficienti ad allontanare le acque drenate verso cunette o scivoli laterali.

## **b) Caratteristiche dei materiali componenti**

### Materiali inerti

Gli aggregati lapidei dovranno essere costituiti da elementi granulari sani, duri, di forma non appiattita, allungata o lenticolare, puliti ed esenti da materiali estranei, così come previsto dalle specifiche di seguito indicate per gli inerti da utilizzare negli strati superficiali di usura delle pavimentazioni stradali.

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998 .

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente per strato di usura dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella Tabella 7 della norma CNR B.U. n° 139 del 15 Ottobre 1992, per quanto non espressamente regolato dal presente Capitolato.

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 4 mm) dovrà essere costituito da inerti di natura magmatica (intrusivi o effusivi), di forma poliedrica, a spigoli vivi. Le prove di caratterizzazione ed accettazione eseguite sulle frazioni di aggregato che si intende impiegare attestino il rispetto dei seguenti requisiti:

- 1) il 100% del materiale, secondo norma UNI EN 933-5 è rappresentato da aggregato totalmente o parzialmente frantumato:  $C_{100/0}$ ;
- 2) perdita in peso alla *prova Los Angeles*, eseguita secondo la Norma UNI EN 1097-2, inferiore 18%;
- 3) se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 20%:  $?SLA < 2$ ;
- 4) il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 932-3, nullo;
- 5) affinità tra aggregato e bitume (spogliamento in acqua (con o senza eventuale impiego di dopes di adesività), secondo la Norma UNI EN 12697-11, spogliamento nullo;
- 6) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-4, deve essere inferiore al 15%:  $SI15$ ;
- 7) l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore al 12%:  $FL15$ ;
- 8) la porosità dei granuli delle singole pezzature, secondo la norma CNR B.U. n° 65 del 18 Maggio 1978, deve essere inferiore all'1,5%;
- 9) il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097, deve essere non inferiore a 45 PSV 45;
- 10) l'assorbimento di acqua, secondo la norma UNI EN 1097-6, deve essere inferiore al 1%: WA241.

Con riferimento alle caratteristiche dei materiali lapidei, ed in considerazione dei risultati delle prove di prequalificazione, delle effettive disponibilità dei materiali nel mercato, si conferma che

ad una perdita di peso con prova Los Angeles del 18% può corrispondere una Resistenza alla Levigazione pari a 45;

vengono considerati accettabili valori superiori di prova Los Angeles qualora eventualmente vengono migliorati i valori di PSV secondo la seguente tabella:

RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE (LA)	RESISTENZA ALLA LEVIGAZIONE (PSV)
$\leq 18\%$	$\geq 45$
$\leq 22\%$	$\geq 47$
Non saranno accettati materiali con Los Angeles $> 22\%$	

La miscela degli aggregati utilizzata dovrà essere costituita da porfidi e basalti in modo da ottimizzare i valori di Los Angeles e CLA nella percentuale definita dal Mix design. La Direzione Lavori potrà inoltre, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'utilizzo di inerti di natura artificiale (come ad esempio scorie di acciaieria), purchè vengano garantite e rispettate le caratteristiche fisico meccaniche precedentemente citate con particolare attenzione al rispetto delle prescrizioni circa la porosità dei granuli.

La percentuale massima ammissibile di tali inerti artificiali è del 40% sull'aggregato grosso (trattenuto al setaccio 4mm).

Si raccomanda inoltre il rispetto del contenuto di bitume in funzione dell'alto peso specifico degli inerti.

#### Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 4 mm) deve essere costituito da sabbie di frantumazione, risultanti dalla produzione dell'aggregato grosso avente le caratteristiche sopra riportate. Dovrà inoltre rispondere al seguente requisito:

*equivalente in sabbia*, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8 (UNI EN 933-8), non inferiore al 70%.

#### Additivo minerale

L'additivo minerale (*filler*) dovrà essere costituito da materiale polverulento, proveniente dalla macinazione di rocce asphaltiche o di rocce calcaree o dolomitiche a struttura amorfa (non cristallina), oppure da un materiale sintetico di natura prevalentemente calcarea (cemento Portland normale o cemento crudo).

La natura prevalentemente basica dell'additivo minerale dovrà essere controllata immergendone un campione di 5 g in 100 ml di una soluzione acida (miscela 90/10% in volume di acqua distillata ed acido cloridrico concentrato al 37%) e verificando che esso venga attaccato ed almeno in buona parte consumato.

All'analisi granulometrica sull'additivo, che dovrà essere eseguita secondo Norma UNI EN 933-10; (in alternativa comunque per via umida, secondo l'art. 5 della Norma UNI EN 933-1) dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- avere un passante al setaccio 0,125 mm  $>85\%$ ;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm  $>70\%$  (non inferiore a 90);
- avere porosità del filler compattato a secco (vuoti Ridgen) secondo norma UNI EN 1097-4 compresa fra 28 e 45:  $V_{28/45}$ ;
- valore di blu di metilene, secondo norma UNI EN 933-9  $<10 \text{ MB}_F10$  ( $<10$ ).

### Calce Idrata

Dovrà essere impiegata anche la calce idrata con dosaggio fra 1 e 2% in peso, sul peso della miscela complessiva degli inerti, in relazione alla sua più elevata capacità indurente nei confronti del legante bituminoso, rispetto ad altri tipi di additivi.

L'efficacia dell'additivo minerale agli effetti dell'aumento di viscosità del legante bituminoso (potere rigidificante) dovrà essere controllata secondo la Norma UNI EN 13179-1, per un rapporto filler/legante di 1/1.59. L'incremento del punto di rammollimento P.A. del legante (secondo Norma UNI EN 1427 dovrà risultare maggiore di 15°C per la calce idrata, e maggiore di 8 °C per gli altri additivi eventualmente utilizzati.

### fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro+agglomerante)

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'utilizzo delle FIBRE alle medesime condizioni contrattuali (senza variazioni di prezzo) . Le caratteristiche geometriche-meccaniche delle fibre di vetro è riportata in tabella sottostante. A tale proposito si precisa che è preferibile l'impiego di fibre di tipo MISTO in cui la fibra di vetro (tipo "E") si presenta pressata ed agglomerata mediante l'impiego di un prodotto addensante (cellulosa o altro materiale approvato da DSTE/PBS); tale trattamento ha lo scopo di evitare la dispersione in aria della fibra di vetro, consentire una dosatura più accurata nell'impasto bituminoso e di aumentare lo spessore delle pellicola di bitume che riveste l'inerte.

L'impiego di fibre di tipo MISTO o solo MINERALE richiede sempre, per il confezionamento in impianto delle miscele, opportuni macchinari in grado di dosare, disgregare e disperdere finemente le fibre nel conglomerato.

Ciascuna tipologia di fibra dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione del Laboratorio Centrale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele in cui vanno impiegate.

Nel caso di fibre di tipo MISTO la percentuale minima di fibra di vetro deve essere superiore al 70%.

<b>Caratteristiche geometriche-meccaniche</b>	<b>U.M.</b>	<b>Valore</b>
Lunghezza media bavella	µm	200 ÷ 300
Diametro fibra	µm	7 ÷ 15
Superficie specifica fibra	cm <sup>2</sup> /g	2700
Resistenza alla trazione	GPa	1,5 ÷ 2,5
Allungamento massimo	%	1,5 ÷ 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 550

### Legante

Il legante dovrà essere costituito da bitume semisolido per usi stradali, modificato con polimeri termoplastici, elastoplastici o elastici al fine di migliorarne le caratteristiche fisiche, meccaniche e reologiche.

Esso dovrà, inoltre, essere perfettamente compatibile con il modificante, che potrà essere scelto fra:

- 1) *polimeri termoplastici*: politene (PE), polipropilene (PP), cloruro di polivinile (PVC);
- 2) *polimeri elastoplastici*: SBS (stirene-butadiene-stirene) radiale o lineare; EVA (etilen-vinil acetato), EPDM (terpolimero di etilenpropilene);
- 3) *materiali elastici*: gomme naturali o meno, neoprene, SBR (gomma stirene-butadiene).



Considerato che:

- 1) non esiste un bitume “tipo” in grado di garantire la compatibilità durevole fra legante e polimero, né tanto meno la permanente stabilità allo stoccaggio del bitume modificato;
- 2) la compatibilità del bitume di base con il polimero modificante è legata alla natura e composizione dei gruppi idrocarburici componenti la fase maltenica (la prevalenza di gruppi aromatici favorisce la miscelazione del bitume con polimeri di tipo SBS e SBR, quella di gruppi paraffiniconaftenici con polimeri di tipo PE, PP, EPDM);
- 3) l'interazione chimico-fisica del polimero con il bitume è condizionata da numerosi fattori, quali l'origine del legante, la temperatura di miscelazione, il contenuto ottimale di polimero e la costanza qualitativa.

Una volta individuato il bitume che possiede i requisiti di compatibilità con una definita categoria di polimeri, si dovrà mantenere uniforme la sua composizione idrocarburica per garantire la miscibilità con quei polimeri e per ottenere un legante rispondente a specifici requisiti qualitativi. Tutto ciò considerato, l'Appaltatore, eseguito uno studio preliminare di formulazione del bitume modificato, dovrà presentare in tempo utile una relazione riguardante:

- 1) qualità, caratteristiche, quantità ed affinità dei componenti del legante modificato;
- 2) modalità e schemi operativi di produzione, temperature di processo, tempi di miscelazione, tempi utili di stoccaggio e relativa temperatura, approvvigionamento del legante, capacità della produzione;
- 3) dati di caratterizzazione chimico-fisica e reologica del bitume.

L'Appaltatore dovrà allegare alla suddetta relazione (e ogni qualvolta sottoporrà il bitume da lui impiegato alle prove di caratterizzazione commissionate dalla Direzione Lavori presso Laboratorio ufficiale) una scheda tecnica, redatta dal fornitore, recante indicazione delle proprietà fisico-meccanico-reologiche misurate nel corso delle prove, di cui al presente Capitolato, sul bitume approvvigionato.

L'Appaltatore, sotto la propria responsabilità, si impegna ad utilizzare per il confezionamento del conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente esclusivamente il bitume modificato adoperato nella formulazione della miscela ottimale e nelle relative prove di caratterizzazione preliminari alla stesa (di cui al successivo art. 6.3). Qualsiasi cambiamento nel tipo di legante o nelle proprietà del medesimo dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori, previa consegna, da parte dell'Appaltatore, di approfondita e documentata giustificazione delle ragioni che hanno determinato la nuova scelta.

Qualora l'Appaltatore dovesse modificare il legante in cantiere (dopo aver accertato che il legante di base possiede caratteristiche adatte alla modifica o, in caso contrario, individuati gli additivi chimici funzionali più idonei allo scopo), la Direzione Lavori provvederà ad eseguire adeguati e frequenti controlli sul legante stesso, al fine di accertare - *con la massima frequenza possibile* - omogeneità e stabilità delle caratteristiche del prodotto modificato, ferma restando, sempre e comunque, la responsabilità dell'Appaltatore in merito alla qualità del conglomerato in opera.

Il bitume modificato prescelto dovrà avere i seguenti requisiti:

- 1) *Penetrazione* a 25 °C, secondo la Norma UNI EN 1426, compresa fra 45 e 60 dmm;
- 2) *Punto di rammolimento*, determinato con il metodo Palla e Anello, secondo la Norma UNI EN 1427, > di 65°C;

- 3) *Punto di rottura*, determinato con il metodo Fraass, secondo la Norma UNI EN 12593 non superiore a -15 °C;
- 4) *Indice di penetrazione*, secondo la norma UNI EN 12591, compreso fra +1 e +5;
- 5) *Viscosità dinamica* a 80°C, secondo la Norma UNI EN 13072-2;
- 6) *Viscosità dinamica* a 160 °C, secondo la Norma UNI EN 13072-2 compresa fra 0,2 e 1 Pa s;
- 7) Ritorno elastico a 25°C (nei casi di modifica mediante elastomero), secondo la Norma EN 13398, > a 75%;
- 8) *Allungamento a rottura* a 20°C (nei casi di modifica con EVA o SBS-L) compreso fra 600 e 800%;
- 9) *Solubilità* in solvente organico, secondo Norma UNI EN 12592, superiore al 99,5%.

Il bitume modificato dovrà essere omogeneo e stabile anche allo stoccaggio a caldo in serbatoio ed alla temperatura di impiego. La stabilità alla massima temperatura di stoccaggio, mantenibile per periodi limitati e corrispondente a quella di impiego, dovrà essere verificata con la prova denominata "tuben test" (EN 13399).

La differenza tra i punti di rammollimento, determinati con il metodo Palla e Anello, secondo la Norma UNI EN 1427, nelle porzioni estreme dei campioni del "tuben test" non dovrà eccedere i 2° C.

A seguito della prova di *volatilità in strato sottile*, secondo la Norma EN 12607-1, la penetrazione a 25° C. del bitume, secondo Norma UNI EN 1426, non dovrà subire riduzioni del proprio valore superiori al 30%; inoltre, il punto di rammollimento, determinato con il metodo Palla e Anello, secondo Norma UNI EN 1427, non dovrà aumentare di oltre 10° C. rispetto al valore iniziale.

Il riscaldamento del bitume modificato alla temperatura di prova, come anche e soprattutto alla temperatura di impiego, dovrà essere effettuato lentamente, evitando surriscaldamenti locali. Prima della campionatura, come anche e soprattutto dell'impiego nel conglomerato bituminoso, il prodotto dovrà essere fatto comunque circolare, fra serbatoio di stoccaggio e impianto di mescolamento, al fine di assicurarne l'uniformità di temperatura e caratteristiche.

Il campionamento del bitume destinato alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma EN 58.

#### Attivanti l'adesione

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

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quelli che, sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, avranno dato i migliori risultati e dimostreranno di conservare le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposti a temperature elevate e prolungate. L'Impresa dovrà presentare, prima dell'utilizzo, una scheda tecnica relativa all'agente attivante l'adesione che intenderà adottare.

Il dosaggio potrà variare, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, in quantità compresa fra lo 0,30 e lo 0,60 % in peso, sul peso del bitume. La percentuale di attivante l'adesione dovrà essere determinata mediante uno studio di ottimizzazione, che consisterà nell'additivare il legante modificato con lo 0,30, lo 0,45 e lo 0,60% di agente, verificando lo spogliamento subito dall'aggregato dopo immersione in acqua, secondo le indicazioni della Norma UNI EN 12697-11: il dosaggio ottimale sarà quello cui corrisponderà lo spogliamento minimo.

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

### **c) CARATTERISTICHE DELL'IMPASTO**

a) Composizione della miscela

La miscela di aggregato lapideo e additivo minerale (filler) da adottare nel confezionamento del conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente), dovrà presentare una curva granulometrica, determinata secondo Norma UNI EN 933-1 , ad andamento discontinuo e interno al fuso granulometrico sotto riportato:

Serie setacci ISO 565 [mm]	Tipo A Passante in peso sul totale [%] <i>per strati di spessore cm 4</i>	Tipo A Passante in peso sul totale [%] <i>per strati di spessore cm 5</i>
20		100
16		95 -100
14	100	90 -100
12,5	90 -100	70 -100
10	45 - 70	18 - 70
8	20 - 40	15 - 40
6,3	15 - 25	
4	10 - 20	11 - 20
2	9 - 16	10 - 16
1	8 - 14	
0,500	7 - 12	8 - 12
0.250	6 - 11	6 - 11
0,125	5 - 10	
0,063	4 - 9	3 - 9

Per lo strato di spessore pari a cm 5 la Direzione Lavori potrà richiedere l'utilizzo del fuso tipo A.

Per ottenere l'idonea discontinuità della granulometria della miscela degli inerti, si raccomanda di ridurre in ogni caso al minimo l'impiego della frazione 2/8 mm (o 4/10 mm, per motivi di approvvigionamento) dell'aggregato grosso.

Il tenore di bitume ( $B_{\min 4,5}$  sulla miscela) dovrà comunque essere compreso fra 4,5 e 5,2% in peso, sul peso degli aggregati. Tale dosaggio, potrà tuttavia variare in relazione alla curva granulometrica adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Dovrà comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato, secondo i valori risultanti dallo studio della miscela in laboratorio.

b) Caratteristiche di accettazione dell'impasto

Il conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

- 1) il valore della *stabilità Marshall*, secondo la Norma UNI EN 12697-34, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare S superiore a 5.50 kN (550 daN);
- 2) il valore dello *scorrimento Marshall*, secondo la Norma UNI EN 12697-34, determinato sugli stessi provini utilizzati per la valutazione della Stabilità, dovrà risultare compreso fra 2 e 4 mm;
- 3) il valore della *rigidezza Marshall*, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova e sui provini di cui a 1) e 2), dovrà essere superiore a 2.20 kN/mm (220 daN/mm e inferiore a 5,0 kN/mm (500 kN/mm);

- 4) la percentuale di *vuoti residui*  $V_{\min 20} - V_{\max 24}$  determinata sui provini Marshall dovrà risultare non inferiore al 20 %, né superiore al 24%. La percentuale dei vuoti residui determinata sui provini addensati con 50 rotazioni alla pressa giratoria dovrà risultare compresa fra 20 e 24%;
- 5) la valutazione dell'effetto di immersione in acqua  $ITSR_{80}$  (resistenza a trazione indiretta dopo immersione) -Norma UNI EN 12697-12- dovrà essere >80%;
- 6) la resistenza a *trazione indiretta* a 25 °C, secondo la Norma UNI EN 12697-34, deve essere non inferiore a 0.5 N/mm<sup>2</sup> (5 daN/cm<sup>2</sup>). La resistenza a *trazione indiretta* a 25 °C, secondo la Norma UNI EN 12697-34 determinata sui provini addensati con 50 rotazioni alla pressa giratoria dovrà risultare >0.5 N/mm<sup>2</sup> ;
- 7) la perdita in peso dei provini Marshall, confezionati secondo la Norma UNI EN 12697-34 e costipati con 75 colpi di maglio per faccia, sottoposti alla prova denominata "*Cantabro*" deve risultare inferiore al 20%;
- 8) la rottura alla *prova di impronta*, secondo la Norma UNI EN 12697-20, deve avvenire non prima di 15 minuti.

I provini per le misure di *stabilità, rigidità, porosità, trazione indiretta e perdita in peso Cantabro* saranno confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione. La preparazione dei campioni di prova avverrà:

- presso l'impianto di produzione, per quanto concerne le prove, a cura dell'Impresa, da eseguirsi giornalmente presso apposito laboratorio mobile (di cui agli articoli successivi) sul materiale da porre in opera;
- presso il Laboratorio ufficiale incaricato, su richiesta della Direzione Lavori e secondo le modalità degli articoli successivi, per quanto concerne le prove di verifica da eseguirsi sul materiale prelevato all'atto della stesa.

Le temperatura di confezionamento della miscela e di costipamento dell'impasto saranno quelle prescritte dalle indicazioni del fornitore del bitume modificato per il confezionamento e il costipamento dei provini Marshall. In ogni caso, la temperatura di confezionamento dovrà essere non inferiore a 170 °C, mentre quella di compattazione dovrà essere almeno pari a quella di stesa, ma comunque non inferiore a 150 °C.

#### **d) STUDIO DI FATTIBILITA' ED OTTIMIZZAZIONE DEL CONGLOMERATO**

##### a) Mix-design del conglomerato: obblighi dell'Appaltatore

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di usura drenante e fonoassorbente, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela bituminosa, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi, necessari per la produzione del conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa. Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

- 1) tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di usura, con particolare riguardo a inerte e legante;

- 2) luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- 3) luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- 4) provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- 5) provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai punti 1 - 2 - 3.

#### b) Materiali componenti

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere:

- 1) la scelta degli aggregati lapidei: dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (artt. 6.2.a e 6.3.a);
- 2) la scelta dell'additivo minerale: dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'additivo, la curva granulometrica (UNI EN 933-1), la massa volumica apparente (UNI EN 1097-6) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 6.2.a);
- 3) la scelta del legante bituminoso: dovranno essere indicati tipo, qualità e provenienza del bitume modificato (ovvero del bitume e del polimero utilizzato per la modifica), origine e momento della fornitura, e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 6.2.b).

Per ogni componente (aggregato, additivo minerale, legante bituminoso) dovrà essere specificata la motivazione che ha condotto alla sua scelta, indicando - in modo esplicito - se trattasi degli esiti di un'analisi comparativa eseguita su materiali diversi (di cui si dovranno parimenti fornire le caratteristiche riscontrate).

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall o pressa giratoria, da realizzare secondo le modalità descritte al successivo punto c); saranno misurati i parametri di stabilità, scorrimento, rigidità e porosità, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela, secondo quanto ivi descritto.

#### c) Formulazione della miscela

Lo studio comprende le seguenti fasi:

- in prima approssimazione, individuazione della composizione dell'impasto (miscela degli inerti e contenuto di legante) in modo da soddisfare le relative prescrizioni;
- in seconda approssimazione, ottimizzazione della composizione dell'impasto in modo da migliorare le caratteristiche intrinseche del conglomerato.

Per quanto riguarda la prima fase, in base alle analisi granulometriche dei campioni rappresentativi degli inerti che si intendono impiegare, dovranno essere determinate le percentuali di miscelazione delle diverse pezzature di aggregato, necessarie per ottenere una curva granulometrica della miscela praticamente centrata nel fuso prescritto.

In relazione alla miscela degli inerti così definita ed alla percentuale di vuoti residui richiesta mediamente per il conglomerato, dovrà essere calcolato il dosaggio orientativo di legante bituminoso:

$$b = D (V' - V'') / G' \quad [\% \text{ in peso, sul peso degli inerti}]$$

dove:

D [-] = densità a 25°C del bitume modificato (ai sensi della Norma CNR B.U. n° 67 del 22 Maggio 1978)

V'' [%] = percentuale media di vuoti residui prescritta per i provini Marshall (ai sensi della Norma UNI EN 12697-34) o costipati con pressa giratoria

V' [%] = percentuale di vuoti della miscela degli inerti costipata (ai sensi della Norma CNR BU n° 65 ), espressa da:

$$V' = 100 (G'' - G') / G'' \quad [\%]$$

essendo:

G' [g/cm<sup>3</sup>] = massa volumica apparente della miscela degli inerti costipata (ai sensi della Norma CNR B.U. n° 76 del 21 Aprile 1980)

G'' [g/cm<sup>3</sup>] = massa volumica apparente dei granuli della miscela degli inerti (ai sensi della Norma UNI EN 1097-6).

Per quanto concerne la seconda fase, preparati in laboratorio cinque impasti di prova con la miscela di inerti precedentemente definita e una percentuale di legante pari rispettivamente a b [%] ed a b [%] ±0,25 e ±0,50, per ogni impasto dovranno essere determinate le caratteristiche intrinseche previste. Riportando su altrettanti grafici le variazioni di queste caratteristiche in funzione del contenuto di legante, dovranno essere rilevate le percentuali di bitume modificato (entro i limiti prescritti) che consentiranno di ottenere i più idonei valori per le diverse caratteristiche (entro i limiti prescritti) e se ne darà la media aritmetica.

La formula di fattibilità del conglomerato bituminoso poroso così ottimizzata risulta pertanto costituita da:

percentuali di peso di miscelazione delle diverse pezzature di aggregati lapidei e dell'additivo minerale (filler);

dosaggio del bitume modificato, espresso come percentuale in peso, sul peso della miscela degli inerti.

La formula di fattibilità, - presentata dall'Appaltatore e documentata con i certificati di laboratorio relativi allo studio di ottimizzazione - è soggetta all'approvazione della Direzione Lavori che, a suo insindacabile giudizio, può richiedere eventuali variazioni, o, se del caso, un nuovo studio di ottimizzazione.

#### **e) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA**

In ogni caso dovrà essere garantita l'uniformità di produzione e la rispondenza della composizione dell'impasto prodotto a quella prevista dalla formula di fattibilità, approvata dalla Direzione Lavori (come da articoli 6.4 - 6.9 - 6.11 e 6.12).

Prima di iniziare il lavoro, l'Appaltatore dovrà effettuare le prove di impasto necessarie per la messa a punto dell'impianto di mescolamento e per la ottimizzazione della formula di impasto, in modo da assicurare la rispondenza del conglomerato bituminoso effettivamente prodotto alla composizione ed alle caratteristiche ottimizzate nel predetto studio di fattibilità.

L'impasto dovrà essere preparato in un impianto automatizzato di idonee caratteristiche, di potenzialità proporzionata all'entità di lavoro ed ai tempi previsti per l'esecuzione, mantenuto in condizioni di perfetto funzionamento in ogni sua componente.

La produzione dell'impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, in modo da assicurare l'uniforme riscaldamento e la completa essiccazione degli aggregati lapidei, la loro idonea vagliatura e riclassificazione (con esclusione del sistema di carico diretto), il dosaggio a peso delle singole classi di aggregato e, separatamente, dell'additivo minerale (filler), della calce idrata e del legante bituminoso.

Tutte le bilance dovranno essere perfettamente funzionanti e periodicamente tarate. Una taratura di tutte le bilance dovrà essere effettuata al momento immediatamente precedente la preparazione del primo impasto da porre in opera.

Il tamburo essiccatore e le tramogge a caldo dell'impianto dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati; i serbatoi del legante bituminoso dovranno essere termostattizzati e dotati di termometri. Una taratura di tutti i termometri dovrà essere effettuata al momento immediatamente precedente la preparazione del primo impasto da porre in opera.

Nel cantiere di produzione, la zona destinata all'ammanimento degli inerti dovrà essere convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose ed i ristagni di acqua; i cumuli delle diverse classi di aggregati dovranno essere separati tra loro ed il rifornimento selettivo dei predosatori dell'impianto di mescolamento con pale cariatrici dovrà essere eseguito con massima cura.

Dovranno essere impiegate almeno 3 (oppure 4) classi di aggregati, sistemate in cumuli separati; l'impianto dovrà pertanto essere munito di altrettante tramogge predosatrici, oltre ad un silo per lo stoccaggio dell'additivo minerale (filler), ed un altro silo per lo stoccaggio della calce idrata. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore, non dovrà di norma superare lo 0,20 %.

La riclassificazione degli aggregati ai vagli dell'impianto di mescolamento dovrà essere effettuata con quattro reti, le cui aperture dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori.

Il tempo di miscelazione di ciascun impasto dovrà essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e della temperatura effettiva dei componenti della miscela, in modo da assicurare comunque un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

Se necessario per il mantenimento della temperatura, il silo di raccolta dell'impasto dovrà essere coibentato.

#### **f) TRASPORTO DELLA MISCELA**

Il trasporto dell'impasto dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico ribaltabile a perfetta tenuta, pulito e coperto con idoneo telone per ridurre il raffreddamento.

Per impedire l'adesione dell'impasto al fondo ed alle pareti del cassone, questi potranno essere umettati con olio o gasolio, avendo però cura di asportarne ogni eccesso per evitare l'inquinamento dell'impasto.

In ogni caso la distanza di trasporto deve essere tale da consentire il rispetto delle temperature prescritte per la stesa e la rullatura dell'impasto, senza dover aumentare quella massima prevista per la produzione.

#### **g) IMPERMEABILIZZAZIONE DEL PIANO DI POSA**

Il piano di posa dello strato di usura drenante e fonoassorbente dovrà essere perfettamente impermeabile, oltre che stabile, regolare, pulito ed asciutto.

Per conferire al piano di posa tali requisiti, sarà necessario procedervi all'applicazione di trattamenti, oggetto di studio preliminare, che saranno differenziati in relazione allo stato della sottostruttura:

- a) applicazione di membrana impermeabilizzante (S.A.M.I.), in piani di posa non sufficientemente impermeabili;
- b) mano di ancoraggio con emulsione bituminosa elastomerica, in piani di posa regolari e impermeabili;
- c) microtappeti bituminosi impermeabilizzanti, su piani di posa non perfettamente regolari o parzialmente fessurati.

Le caratteristiche fisiche e meccaniche dei tre trattamenti, le modalità di applicazione e il controllo dei requisiti di accettazione sono riportati all'articolo 7 del presente C.S.A..

Prima dell'impermeabilizzazione del supporto, che - a sua volta - precederà la posa in opera dello strato di usura, sarà indispensabile una risagomatura della carreggiata, tale da garantire il rispetto delle pendenze longitudinali, come anche di quelle trasversali (che dovranno essere idonee ad un regolare e sicuro smaltimento delle acque o dei fluidi in genere).

#### **h) POSA IN OPERA DELLA MISCELA**

Lo strato di usura drenante - fonoassorbente verrà posto in opera dopo che siano state eseguite tutte le operazioni di ripristino del fondo prescritte dalla Direzione Lavori, per il tratto da coprire. Quindi, seguirà un'accurata pulizia del piano di appoggio e, particolarmente, sia del ciglio in sinistra (lato spartitraffico) che in destra (lato banchina in terreno vegetale), mediante idonee macchine operatrici.

La temperatura prescritta per l'impasto al momento della stesa, non dovrà essere inferiore a 150° C.

La stesa dell'impasto non dovrà essere eseguita quando le condizioni meteorologiche - a giudizio della Direzione Lavori - potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro e, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore a 10°C.

La lavorazione in condizioni diverse dovrà essere preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori, che suggerirà anche le cautele da adottare.

La stesa dovrà essere eseguita con macchine vibrofinitrici di tipo approvato dalla Direzione Lavori, munite di automatismi di livellamento, ed in perfette condizioni d'uso.

Non dovendosi utilizzare l'usuale mano di attacco con legante bituminoso sulle pareti delle giunzioni fredde longitudinali delle strisciate di stesa (per non ridurre la capacità drenante trasversale), sarà necessario effettuare a caldo tali giunzioni, ricorrendo alla stesa con vibrofinitrici gemellate o, comunque, accoppiate e leggermente sfalsate.

In subordine, a giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita l'utilizzazione di una sola vibrofinitrice, provvedendo però a riscaldare - con apposita apparecchiatura a raggi infrarossi ("replaster") montata sulla finitrice - il bordo della striscia adiacente già stesa e curando particolarmente l'affiancamento della nuova striscia ed il costipamento della giunzione.

In ogni caso, le giunzioni longitudinali delle strisce di stesa del manto drenante non dovranno mai trovarsi in corrispondenza di quelle dello strato sottostante, ma dovranno risultare sfalsate di almeno 20 cm.

Le giunzioni trasversali derivanti da interruzioni prolungate di stesa e, comunque, da quelle giornaliere, dovranno essere realizzate previo taglio ed asportazione della loro parte terminale; il taglio non dovrà essere normale all'asse longitudinale della striscia di stesa, ma obliquo rispetto ad esso, con angolo di 10 - 15°, con la parte più arretrata verso l'esterno della striscia stessa.



Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litici più grossi. Strati che dovessero risultare, per qualsiasi ragione, compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **i) CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Come prescritto dall'art. 6.4, l'Appaltatore è tenuto a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione della miscela che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione attestante gli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale. La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento e al mantenimento nel tempo dei requisiti finali dei conglomerati in opera. Alla ricetta definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, l'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato, legante e conglomerato, per la relativa accettazione.

*In ogni cantiere di confezionamento dovrà essere installato a cura e spese dell'Appaltatore un laboratorio mobile idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato. In questo laboratorio dovranno essere effettuate con frequenza giornaliera, oltre che quanto ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, le seguenti prove:*

- verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- verifica granulometrica dell'additivo minerale;
- verifica della composizione del conglomerato (analisi granulometria degli inerti, determinazione della percentuale di bitume e additivo) all'uscita della tramoggia di stoccaggio o del mescolatore;
- verifica delle caratteristiche di resistenza del conglomerato, a mezzo della determinazione di: peso di volume (secondo Norma UNI EN 12697-6 procedura D) su provini addensati con il metodo Marshall o con pressa giratoria a 50 rotazioni; percentuale di vuoti (secondo Norma UNI EN 12697-8) su provini addensati con il metodo Marshall o con pressa giratoria a 50 rotazioni; stabilità e rigidità Marshall (UNI EN 12697-34); resistenza a trazione indiretta (secondo Norma UNI EN 12697-23) su provini addensati con metodo Marshall o con pressa giratoria a 50 rotazioni; perdita in peso secondo la procedura "Cantabro".

Dell'esito delle singole prove dovrà essere fornito resoconto scritto giornaliero alla Direzione Lavori. Contestualmente dovrà essere consegnato un campione del materiale di prova (inerte, conglomerato) oggetto delle determinazioni nel laboratorio mobile, affinché possano essere eseguite presso Laboratorio ufficiale tutte le verifiche che la D.L. potrà ritenere necessarie. Con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, tarature dei termometri dell'impianto ed ogni altra verifica che potrà essere ritenuta opportuna o sarà richiesta dalla Direzione Lavori. Inoltre si accerteranno, con frequenza almeno bi-settimanale e per tutta la durata dei lavori, le caratteristiche del bitume impiegato e l'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore.

Presso il cantiere di produzione dovrà essere tenuto apposito registro, numerato e vidimato dalla Direzione Lavori, sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove e i controlli

effettuati; copia del medesimo registro, da aggiornare al termine della singola giornata lavorativa mediante trascrizione degli esiti delle sperimentazioni quotidiane, dovrà essere sempre disponibile presso il cantiere di lavoro.

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, presso Laboratorio qualificato.

Ogni 1.000 metri di stesa e comunque con la frequenza che la D.L. riterrà necessaria dovrà essere effettuato prelievo di due campioni (*coppia*) di conglomerato bituminoso all'atto dello scaricamento del medesimo sulla vibrofinitrice. I campioni saranno racchiusi in contenitori sigillati e siglati, quanto meno, dall'Impresa e dalla Direzione Lavori; un campione sarà tempestivamente inviato o consegnato dalla Direzione Lavori a Laboratorio ufficiale per le verifiche dei requisiti di accettazione, verifiche il cui esito sarà insindacabile da tutte le parti.

I campioni non trasmessi (o consegnati) al Laboratorio di prova saranno conservati a cura e spese dell'Impresa, la quale resterà unica e sola responsabile - a tutti gli effetti - della loro autenticità ed integrità, sino a quando la Direzione Lavori, per iscritto, con raccomandata (A.R.), solleverà la Ditta appaltatrice da tale incombenza.

La campionatura effettuata in fase di stesa si intende riferita alla singola corsia.

Nel caso di interventi manutentori non realizzati con continuità (e perciò di sviluppo unitario inferiore a 1.000 m), le lunghezze di stesa cui applicare la campionatura verranno calcolate sommando lo sviluppo dei singoli interventi; qualora lo sviluppo complessivo dovesse risultare inferiore al minimo prescritto per la campionatura, sarà comunque effettuato il prelievo di una coppia di campioni. Con la frequenza indicata dalla D.L., si provvederà a prelevare campioni di materiale inerte (aggregato grosso, fino, additivo minerale), legante ed attivanti d'adesione nell'impianto di confezionamento delle miscele; tali campioni saranno sottoposti a procedura di controllo presso Laboratorio ufficiale.

Sul singolo campione di laboratorio si effettueranno quelle determinazioni, di cui all'art. 6.2 e 6.3, che saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione Lavori. I risultati dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al medesimo articolo, nei limiti delle tolleranze di seguito previste.

Qualora i valori rilevati sul primo campione della tratta esaminata non dovessero rispettare le citate prescrizioni, l'Impresa provvederà a trasmettere al Laboratorio ufficiale un secondo campione di inerte, legante o miscela bituminosa (a seconda della/delle difformità rilevata/rilevate), proveniente dalla coppia di appartenenza del campione già testato (stessi 1.000 m di stesa); se le difformità rispetto alle prescrizioni di Capitolato dovessero perdurare o se ne evidenziassero di nuove, la Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà disporre:

- A) penali o provvedimenti tecnico-amministrativi nei confronti dell'Impresa esecutrice dei lavori; ovvero, in alternativa e se l'organizzazione del cantiere autostradale lo consente:
- B) verifica immediata delle lavorazioni (di cui all'art. 6.11), mediante carotaggio di campioni dallo strato di recente realizzazione.

Nell'evenienza di cui in B), il mancato rispetto di requisiti di accettazione delle forniture e/o delle lavorazioni determinerà le penali di cui in A).

Le penalità di cui in A) sono esplicitate all'art. 17.4 del presente C.S.A.

Le inadempienze dell'Impresa esecutrice, quale ne sia la conseguenza, non modificano il tempo utile per l'ultimazione dei lavori statuito nel relativo articolo del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Le tolleranze ammesse nell'accettazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche di aggregati, bitumi e conglomerati sono le seguenti:

- a) *granulometria* inerte - rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 3$  punti dal setaccio 16 mm al setaccio 4 mm, di  $\pm 2$  punti dal setaccio 2 mm al setaccio 0.063, di  $\pm 1,5$  punti rispetto ai limiti previsti per l'additivo dal presente Capitolato (art. 17), purché non vengano superati i limiti del fuso;
- b) *dosaggio* bitume - rispetto al valore percentuale in peso, sul peso dell'inerte, stabilito in relazione alla ricetta ottimale, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 0,2$  punti, purché il tenore di legante rientri nei limiti del presente Capitolato (art. 17);
- c) *resistenza Marshall, trazione indiretta e Cantabro* - non sono previste tolleranze per quanto concerne i valori minimi di *Stabilità e Rigidezza Marshall, trazione indiretta* e perdita in peso "*Cantabro*" ammessi da Capitolato (art. 17);
- d) *altre proprietà* - per quanto non espressamente previsto dal presente Capitolato, si ammette una tolleranza del 5% sul valore di soglia previsto per la singola prova di caratterizzazione, a condizione che il superamento del limite di Capitolato costituisca evento eccezionale che una seconda prova eseguita su distinto campione, destinato al medesimo utilizzo, non confermi.

I requisiti di accettazione (con le relative tolleranze, ove ammesse) dovranno comunque essere soddisfatti per le miscele prelevate sia all'impianto di produzione che all'atto della stesa, secondo quanto sopra indicato.

La temperatura di confezionamento delle miscele (nonché di preriscaldamento di aggregati lapidei e bitume) dovrà essere non inferiore a 170 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, in rapporto al tipo di bitume modificato impiegato.

#### **j) RULLATURA DELLA MISCELA**

Il costipamento dell'impasto dovrà essere effettuato con rulli tandem metallici da 8-12 t, non vibranti, a rapida inversione di marcia, con ruote motrici rivolte verso la finitrice.

Per assicurare il migliore costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere eseguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 145 °C.

La rullatura dovrà iniziare con il costipamento della giunzione longitudinale con la striscia adiacente, passando quindi sull'altro lato della nuova striscia, procedendo poi gradatamente verso il centro, e tornando infine sulla giunzione.

Nella fase iniziale il costipamento dovrà essere sospeso se si manifesta una tendenza allo scorrimento dell'impasto al passaggio del rullo per temperatura troppo alta, salvo riprendere la rullatura non appena il raffreddamento dell'impasto la renda possibile.

Il costipamento dovrà ritenersi completato quando l'impasto non mostrerà più alcun segno di addensamento al passaggio del rullo, e dovrà comunque essere interrotto se si manifesta una tendenza alla fessurazione dello strato per temperatura troppo bassa. A costipamento ultimato, lo strato dovrà presentare una idonea regolarità superficiale.

#### **k) CONTROLLO dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Per lo strato di usura in conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente dovranno essere verificate a seguito di stesa e costipamento, le seguenti prescrizioni:

- 1) al termine della compattazione lo strato di usura dovrà avere una *densità*, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, né inferiore al 96% di quella determinata secondo la "ricetta ottimale" in fase di

formulazione dell'impasto. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6, su carote di 15-16 cm di diametro, prelevate secondo le modalità previste all'art.5.9 per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote;

- 2) il contenuto di *vuoti residui*, in opera, determinato su carote indisturbate (secondo Norma UNI EN 12697-8), deve essere non inferiore al 20%, né superiore al 26%;
- 3) la macrotestitura superficiale dello strato, espressa in termini di *altezza di sabbia* (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1, ovvero rilevata mediante mini texture meter o apparecchio SUMMS, dovrà essere almeno "media", ovvero maggiore di 0,6 mm;
- 4) il conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente per lo strato di usura, in opera, deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucciolevolezza rilevate mediante rugosimetro portatile a pendolo (TRRL British Portable Skid Resistance Tester), secondo la Norma UNI EN 13036-4, dovranno essere espresse da un BPN superiore a 60. Per valori di BPN inferiori a 60 dovrà essere rilevato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), secondo Norma UNI EN 15901-6 o UNI EN 15901-8, il quale sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,60; soddisfacente (ma non accettabile alle condizioni di seguito riportate) per valori compresi tra 0,50 e 0,60; discreto (ma non accettabile alle condizioni di seguito riportate) per valori compresi tra 0,40 e 0,50; mediocre (non accettabile) per valori inferiori a 0,40;
- 5) il conglomerato bituminoso, per poter essere considerato drenante e fonoassorbente, deve possedere un'elevata porosità e, di conseguenza, un'elevata permeabilità. La capacità di smaltimento delle acque meteoriche da parte del materiale messo in opera, misurata mediante permeametro a carico variabile, di tipo Belga, deve risultare superiore a 7 l/min.  
Le seguenti prove saranno effettuate a richiesta della Direzione Lavori e senza che l'Impresa per questo possa richiedere alcun compenso:
- 6) capacità fonoassorbente del conglomerato: sarà verificata con modalità diverse, a seconda della natura dell'intervento di cui si andrà a valutare l'efficacia "acustica":
  - a) rifacimento di manto di tipo drenante fonoassorbente con conglomerato dello stesso tipo:
    - viene richiesto lo spostamento del picco dello spettro medio di almeno un terzo di ottava verso le basse frequenze (tipicamente, passaggio dai 1.000 Hz agli 800 Hz);
    - la riduzione media del livello sonoro alle frequenze tra 1.000 Hz e 5.000 Hz deve essere pari o superiore a 2 dB;
    - deve essere garantito il mantenimento od il miglioramento del livello sonoro equivalente medio ponderato in scala "A";
    - in ogni caso dovrà essere valutato lo stato di conservazione del manto fonoassorbente all'atto del rifacimento: deterioramento in seguito a normale invecchiamento oppure a causa del cedimento degli strati sottostanti. In conseguenza ed in dipendenza di quanto sopra dovrà essere valutata la misura dell'eventuale miglioramento per la sua accettazione;
  - b) rifacimento di manto tradizionale con tappeto drenante fonoassorbente:
    - viene richiesto lo spostamento del picco dello spettro medio di almeno due terzi di ottava verso le basse frequenze (tipicamente, passaggio dai 1.250 Hz agli 800 Hz);
    - il valore di picco dello spettro medio dopo il rifacimento del manto deve risultare inferiore di almeno 3 dB rispetto al valore massimo preesistente;
    - la riduzione media del livello sonoro alle frequenze tra 1.000 Hz e 5.000 Hz deve essere pari o superiore a 3 dB;

- deve essere garantito l'abbassamento del livello sonoro equivalente medio ponderato in scala "A" di almeno 1 dB(A);
- c) rifacimenti con manti speciali (tipo antiskid, microtappeti, conglomerati a masse semiaperte, ecc.).

Le prescrizioni saranno definite per estrapolazione, di volta in volta, da parte della Direzione Lavori.

- 7) il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare;
- a) l'International Roughness Index (IRI) misurato su tratte di lunghezza superiore a 1.000 m dovrà risultare:  $IRI_{medio}/km \leq 1,2 \text{ mm/m}$  (deviazione standard non superiore a 0.4 mm/m);
    - irregolarità media per "onde medie" (3,3 - 13 m) non superiore a 4 mm su sezioni da 25 m; sono ammesse al più n° 2 sezioni all'interno della tratta di 1.000 m con valori di irregolarità superiori a 4 mm, ma inferiori a 6 mm;
    - irregolarità media per "onde corte" (1 - 3,3 m) non superiore a 2 mm su sezioni da 25 m; sono ammesse al più n° 2 sezioni all'interno della tratta di 1.000 m con valori di irregolarità superiori a 2 mm, ma inferiori a 3 mm;
  - b) l'International Roughness Index (IRI) misurato su tratte di lunghezza compresa fra 200 e 1.000 m dovrà risultare:  $IRI_{medio}/km \leq 1 \text{ mm/m}$  (deviazione standard non superiore a 0.25 mm/m);
    - irregolarità media per "onde medie" (3,3 - 13 m), su 25 m, al più in n° 1 sezione con valori superiori a 4 mm, ma inferiori a 6 mm;
    - irregolarità media per "onde corte" (1 - 3,3 m), su 25 m, al più in n° 1 sezione con valori superiori a 2 mm, ma inferiori a 3 mm.

Le misure di *BPN*, *HS*, *CAT*, *permeabilità*, *livello sonoro* e *IRI* dovranno essere di norma effettuate non prima del 120° giorno di apertura della strada al traffico, né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su tratte di stesa della lunghezza non inferiore a 500 m, con intervalli di 500 m; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

Le misure effettuate all'interno di ogni tratto di 500 m saranno raggruppate e mediate per ogni 100 metri. I valori medi così determinati saranno confrontati con le prescrizioni di Capitolato. La Direzione Lavori stabilirà, caso per caso, se gli eventuali scostamenti dei valori delle singole prove rispetto alla media siano o meno compatibili con i limiti di ripetibilità del singolo test.

Come prescritto ai precedenti articoli 6.8 e 6.10, la superficie dello strato in conglomerato bituminoso, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La *regolarità superficiale* sarà anche verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m che, posta in qualunque direzione sulla superficie, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 4 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

## **I) CONTROLLI SULLA ESECUZIONE**

Nel cantiere di stesa dovranno essere anche effettuati i seguenti controlli:

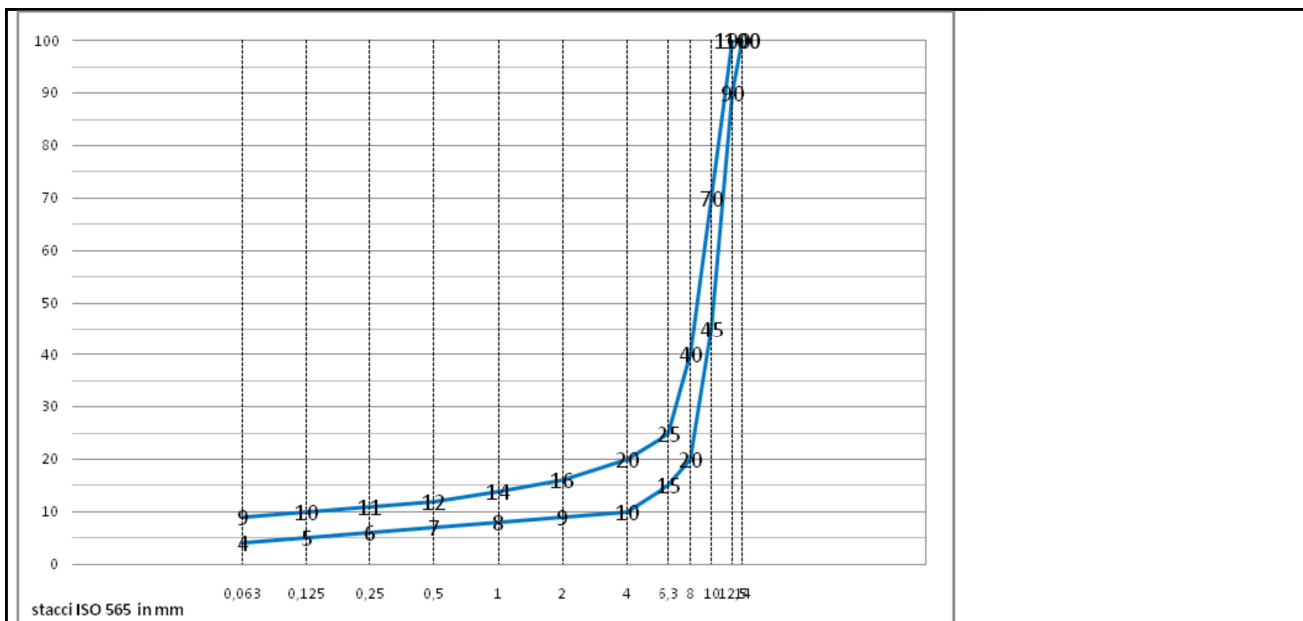
- a) verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
- b) verifica delle temperature di stesa e rullatura;
- c) verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche del conglomerato bituminoso, secondo le indicazioni dell'art. 6.9, "Controllo dei requisiti di accettazione", del presente Capitolato;
- d) verifica della composizione e delle caratteristiche fisico-meccaniche di carote indisturbate prelevate dallo strato finito, nelle eventualità, nei modi e nei tempi indicati dall'art. 6.9, e con le condizioni definite all'art. 6.11 del presente Capitolato;
- e) verifica della capacità drenante e delle caratteristiche superficiali in opera, secondo le indicazioni dell'art. 6.11, "Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni", del presente Capitolato;
- f) verifica della regolarità superficiale, secondo le indicazioni dell'art. 6.11, "Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni", del presente Capitolato.

Nel cantiere di stesa, almeno durante i primi giorni di lavorazione, l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione un laboratorio mobile idoneamente attrezzato per prove e controlli in corso di esecuzione del manto, condotto da personale appositamente addestrato, al fine di poter effettuare le verifiche aggiuntive sul conglomerato che saranno ritenute necessarie dalla Direzione Lavori.

Lo studio per la formulazione della miscela, i controlli previsti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, i controlli eventualmente richiesti dalla Direzione Lavori, dovranno essere eseguiti, con la frequenza che quest'ultima indicherà, presso Laboratori di prova qualificati, a cura e spese dell'Appaltatore.

**RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO  
PER STRATO DI DREANTE FONOASSORBENTE MODIFICATO HARD TIPO A**

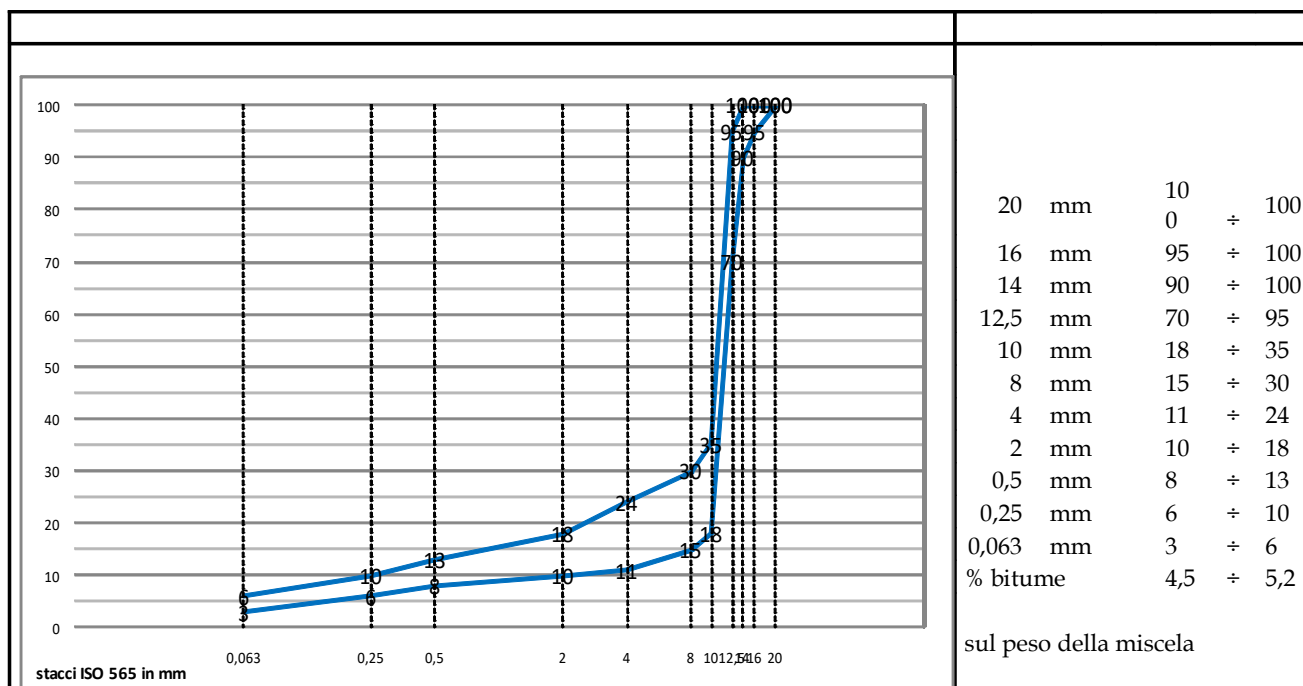
<b>AGGREGATI</b>	
GROSSO (> 2 mm)	
% di frantumato	≥ 100 %
coefficiente di frammentazione (Los Angeles)	≤ 18 % (LA <sub>20</sub> )
Coefficiente di levigabilità	0,4
	5 % (PSV <sub>45</sub> )
coefficiente di appiattimento	12 % (FI <sub>15</sub> )
coefficiente di forma	15 % (SI <sub>15</sub> )
FINO (< 2 mm)	
coefficiente di frammentazione (Los Angeles) su granulato della stessa provenienza equivalente in sabbia	≤ 25 % (LA <sub>25</sub> ) ≥ 70
ADDITIVI (filler)	
passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida)	100 p.p.
passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida)	≥ 85 p.p.
passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	≥ 70 p.p.
<b>LEGANTE</b>	
Penetrazione a 25°C	45 ÷ 60 dmm
Punto di rammollimento (palla- anello)	≥ 65 °C
Punto di rottura Fraass, massimo	≤ -15 °C
viscosità dinamica a 80° C	≥ 80 Pa.s
viscosità dinamica a 160° C	0,2 ÷ 1,0 Pa.s
ritorno elastico a 25° C	> 75 %
variazione su penetrazione dopo "tuben test"	< 5 dmm
variazione su punto di rammollimento dopo "tuben test"	< 2 °C
<b>CONGLOMERATO BITUMINOSO</b>	
Stabilità Marshall	≥ 5,5 k
	N
Rigidezza Marshall	2,2 ÷ 5 kN/m
Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia)	20 ÷ 24 %
Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (50 rotazioni)	20 ÷ 24 %
Vuoti residui in opera	20 ÷ 25 %
Percentuale di addensamento	97 %
Resistenza alla trazione indiretta (Brasiliana)	≥ 0,5 N/mm <sup>2</sup>
	14 mm 10 ÷ 100
	0 ÷ 100
	12,5 mm 90 ÷ 100
	10 mm 45 ÷ 70
	8 mm 20 ÷ 40
	6,3 mm 15 ÷ 25
	4 mm 10 ÷ 20
	2 mm 9 ÷ 16
	1 mm 8 ÷ 14
	0,5 mm 7 ÷ 12
	0,25 mm 6 ÷ 11
	0,125 mm 5 ÷ 10
	0,063 mm 4 ÷ 9
	% bitume 4,5 ÷ 5,2
	sul peso della miscela



### RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI DREANTE FONOASSORBENTE MODIFICATO HARD TIPO B

AGGREGATI	
GROSSO (> 2 mm)	
% di frantumato	≥ 100 %
coefficiente di frammentazione (Los Angeles)	≤ 18 % (LA <sub>20</sub> )
Coefficiente di levigabilità	0,4
	5 % (PSV <sub>45</sub> )
coefficiente di appiattimento	12 % (FI <sub>15</sub> )
coefficiente di forma	15 % (SI <sub>15</sub> )
FINO (< 2 mm)	
coefficiente di frammentazione (Los Angeles) su granulato della stessa provenienza equivalente in sabbia	≤ 25 % (LA <sub>25</sub> )
ADDITIVI (filler)	≥ 70
passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida)	100 p.p.
passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida)	≥ 85 p.p.
passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	≥ 70 p.p.
LEGANTE	
Penetrazione a 25°C	45 ÷ 60 dmm
Punto di rammollimento (palla- anello)	≥ 65 °C
Punto di rottura Fraass, massimo	≤ -15 °C
viscosità dinamica a 80° C	≥ 80 Pa.s
viscosità dinamica a 160° C	0,2 ÷ 1,0 Pa.s
ritorno elastico a 25° C	> 75 %
variazione su penetrazione dopo "tuben test"	< 5 dmm
variazione su punto di rammollimento dopo "tuben test"	< 2 °C
CONGLOMERATO BITUMINOSO	
Stabilità Marshall	≥ 5,5 k
Rigidezza Marshall	≥ 5,5 N
	kN/m
Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia)	2,2 ÷ 5 m
Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (50 rotazioni)	20 ÷ 24 %
Vuoti residui in opera	20 ÷ 24 %
Percentuale di addensamento	20 ÷ 25 %
Resistenza alla trazione indiretta (Brasiliana)	97 %
	N/mm <sup>2</sup>
	≥ 0,5





## Art. 19 -TAPPETO D'USURA COLOR MARRONE/OCRA (CON OSSIDI)

### a) DESCRIZIONE

Confezionamento di un conglomerato bituminoso per tappeto d'usura colorato nelle tonalità del marrone ocra per la realizzazione di pavimentazioni pregiate dal punto di vista architettonico (zone pedonali, marciapiedi, strade private, piste ciclabili, parcheggi, campi sportivi ecc.).

### b) MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

#### Aggregati

L'aggregato grosso (*frazione > 4mm*) sarà costituito da inerti duri di forma poliedrica a spigoli vivi e puliti. Nella miscela granulometrica non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso del 5%. Saranno usati inerti selezionati, di colore chiari/bianchi/giallognoli preferibilmente provenienti da cave calcaree. Tali elementi potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella seguente:

Prova	Valore	Norma
Coefficiente Los Angeles	≤22%	EN 1097-2

La percentuale delle sabbie derivanti da frantumazione, opportunamente lavate da polveri e fini, che costituiscono parte dell'aggregato fino (*frazione < 4mm*), viene di volta in volta stabilita dalla Direzione Lavori. Non deve comunque essere inferiore al 70%. La restante parte è costituita da sabbie naturali di fiume.

Prova	Valore	Norma
Equivalente in sabbia	≥75%	EN 933-8

#### Additivo Minerale

L'additivo minerale deve essere preferibilmente costituito da filler di calcare, calce idrata o cemento, in ogni modo le caratteristiche di accettazione devono rientrare nelle seguenti specifiche tecniche.

Prova	Valore	Norma
Potere irrigidente – rapporto	1.2 ÷ 1.8	EN 13179-1
Passante in peso per setacciatura in getto d'aria: Setaccio 2 mm Setaccio 0,125 mm Setaccio 0,075mm	100% da 85% a 100% da 70% a 100%	EN 933-10

### Legante

Impastato a caldo, il bitume dovrà essere del tipo 70/100, salvo differente richiesta della Direzione Lavori. Il tenore di bitume sul peso totale degli inerti dovrà essere compreso tra il 5,5÷7,0%.

### Miscela

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare, salvo differente richiesta della Direzioni Lavori, una composizione granulometrica compresa all'interno dei due fusi di riferimento indicati nella seguente tabella:

Serie Crivelli e setacci UNI	% Passante
STRATO DI USURA	
Setaccio 12	100
Setaccio 8	90-100
Setaccio 4	40-65
Setaccio 2	25-45
Setaccio 0,5	10-25
Setaccio 0,25	8-20
Setaccio 0,063	5-10

Il conglomerato confezionato dovrà garantire i seguenti requisiti:

Prova	Valore	Norma
Stabilità Marshall	$\geq 1000 \text{ daN}$	EN 12697-34
Rigidezza Marshall	$\geq 250 \text{ da N/mm}$	EN 12697-34
Vuoti residui	3% ÷ 6%	EN 12697-8
Prova Brasiliana Rt a 25 °C	0.7-1.4 N/mm <sup>2</sup>	EN 12697-23
Prova Brasiliana CTI a 25°C	> 65 N/mm <sup>2</sup>	EN 12697-23

Additivi per la colorazione del conglomerato bituminoso

Per la colorazione nelle tonalità del rosso-marrone del conglomerato bituminoso, dovrà essere utilizzato uno speciale pigmento a base di ossido di ferro sintetico, tipo *ITEROXID GR-HP GIALLO*.

L'additivo dovrà avere le seguenti proprietà fisiche:

- Aspetto: granuli cilindrici
- Colore: rosso
- Densità apparente: 1,00 – 1,25 g/ml
- Temperatura di fusione: 82 – 110°C

L'additivo sarà immesso direttamente nel mescolatore dell'impianto dopo che il bitume si è miscelato per almeno 10" con la miscela di aggregati ricoprendoli perfettamente. Il dosaggio del pigmento è del 3,5-5,0% sul peso degli aggregati.

#### **c) CONFEZIONAMENTO**

Devono essere utilizzati impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, di idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente e funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. L'impresa appaltatrice dovrà avere un approvvigionamento costante e monitorato. La temperatura di stoccaggio del legante bituminoso deve essere compresa tra i 170°C e i 180°C, mentre quella degli inerti lapidei al momento della miscelazione tra i 140°C ed i 165°C massimo.

L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

Si dovrà fare uso di almeno quattro classi granulometriche ed il tempo di miscelazione deve essere stabilito in base alle caratteristiche dell'impianto e del prodotto finale che si vuole raggiungere.

L'immissione del pigmento colorato a base di ossido di ferro sintetico deve essere effettuata mediante dispositivi meccanici servo assistiti collegati all'impianto di produzione, in modo tale da garantire con precisione la prevista percentuale di addizione di pigmento al conglomerato bituminoso, anche in presenza di variazioni della quantità della miscela bituminosa prodotta. Qualora non fosse possibile disporre l'impianto di un sistema automatizzato, sarà possibile aggiungere il pigmento manualmente attraverso lo sportello del mescolatore all'impianto, previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Tempistiche per il confezionamento del conglomerato bituminoso colorato di rosso-marrone:

- scarico degli aggregati nel mescolatore (temperatura di 175°C circa)
- aggiunta del bitume
- ricoprimento dell'inerte
- aggiunta del pigmento colorato a base di ossido di ferro sintetico
- miscelazione per minimo 10" (secondi)
- aggiunta del quantitativo dell'additivo ravvivante, plastificante
- miscelazione finale
- stoccaggio o scarico del prodotto finito.

#### **d) POSA IN OPERA**

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto. La posa in opera dei conglomerati bituminosi colorati sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate di automatismi di autolivellamento.

Nella posa in opera si deve dare la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali, meglio se si opera con due macchine vibrofinitrici affiancate in modo da garantire la perfetta adesione delle due strisciate, onde evitare l'utilizzo di emulsione bituminosa che creerebbe un giunto di colore nero. Le due strisciate devono essere sfalsate di almeno 20 cm e il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate normalmente dalle ruote dei veicoli.

Quando il bordo della strisciata è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura. La stessa operazione dovrà essere eseguita per i giunti orizzontali. La

temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve essere inferiore ai 120°C. I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e di norma non al di fuori dell'intervallo di temperature 10°C ÷ 40°C. Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa. Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato bituminoso colorato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione. Si avrà cura che il costipamento sia condotta con la tecnologia più adeguata. Il costipamento deve essere realizzato con rulli metallici di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche. Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo metallico, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico. La superficie degli strati al termine della compattazione deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione. Per garantire la regolarità superficiale un'asta lunga 4 m deve aderire, in ognuna delle sei direzioni azimutali contigue, alla superficie con uno scostamento altimetrico massimo tra i suoi due estremi di 4 mm. Il volume del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un volume inferiore del 95% del volume del provino Marshall.

L'apertura al traffico è fondamentale e non dovrà avvenire prima di 8 ore dalla rullatura.

## **Art. 20 -CONGLOMERATI BITUMINOSI CONFEZIONATI A TIEPIDO (WMA Warm Mix Asphalt)**

### **a) GENERALITÀ**

I conglomerati bituminosi possono essere confezionati a tiepido in funzione di esigenze ambientali e/o esigenze di natura stagionale.

Le prime vanno interpretate nell'attenzione che si deve porre al rispetto delle normative ambientali e più precisamente alla riduzione delle emissioni in atmosfera sia nella fase di confezionamento quanto in quella alla stesa, favorendo così anche una maggior salubrità dei luoghi di lavoro e minori emissioni odorigene.

Le esigenze di natura stagionale possono verificarsi nella necessità di interventi manutentivi da programmare nella stagione tardo autunnale o invernale. In tal caso per poter garantire le migliori condizioni di messa in opera e compattazione dei conglomerati, per poter raggiungere il grado di addensamento delle miscele ricercato, il progettista o il Direttore dei Lavori potranno richiedere l'esecuzione dei conglomerati con tecnologia a tiepido.

Analogamente per quanto stabilito in materia di conglomerati confezionati a caldo i conglomerati a tiepido dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate della serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere corredato della Marcatura CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

L'impresa ha l'obbligo di eseguire le prove preliminari sull'idoneità dei materiali costituenti (aggregati lapidei, leganti bituminosi ed eventualmente conglomerato bituminoso di recupero) che intende utilizzare nel confezionamento delle miscele; i risultati di tali prove dovranno essere presentati all'interno dello studio di formulazione (mix design) del conglomerato.

L'impresa dovrà provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione. A tale scopo l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori gli studi di formulazione delle composizioni ottimali, corredati dei risultati delle prove di validazione. Dette prove dovranno essere eseguite, per ogni tipo di miscela bituminosa prevista dalle presenti prescrizioni tecniche, nello stesso anno solare in cui viene eseguita la messa in opera e prontamente aggiornate qualora dovessero verificarsi cambiamenti dei materiali costituenti o nel processo produttivo.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108- 20, dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti prescrizioni tecniche ai corrispondenti paragrafi relativi al confezionamento a caldo.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21. I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

Lo studio di formulazione delle miscele dovrà essere presentato dall'impresa appaltatrice alla Direzione Lavori, con almeno due settimane di anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, e dovrà essere di data non anteriore a sei mesi. Questo studio avrà validità per l'Ente Appaltante per i sei mesi successivi alla data di presentazione.

#### **b) DESCRIZIONE**

I conglomerati a tiepido costituiscono una famiglia di conglomerati confezionati con impianti tradizionali ed a temperature variabili, a seconda della tecnologia utilizzata, tra 80 °C e 130 °C, nel rispetto di tutte le norme e specifiche presenti in questo Capitolato relative ai conglomerati confezionati a caldo.

Pertanto, al termine delle operazioni di messa in opera e compattazione, anche le prestazioni sia meccaniche che funzionali saranno identiche a quelle degli analoghi conglomerati confezionati a caldo.

#### **c) TECNOLOGIE DI FABBRICAZIONE**

Potranno essere usate tutte quelle tecnologie in grado di ridurre la viscosità del bitume utilizzato allo scopo di rendere possibile la messa in opera a temperature inferiori a 120 °C, garantendo lo stesso grado di addensamento richiesto per i conglomerati confezionati a caldo.

In via indicativa e non esaustiva i processi di fabbricazione potranno far uso di tecnologie riconducibili ai seguenti tipi:

- tecnologie basate sulle capacità schiumogene del bitume;
- tecnologie basate sull'aggiunta di additivi organici o chimici;
- tecnologie basate sulla gestione del tenore d'acqua nella miscela degli aggregati.

#### **d) CONTROLLI**

Per i conglomerati a tiepido valgono le stesse prescrizioni indicate per i corrispondenti conglomerati confezionati a caldo, particolare attenzione sarà posta alla misura della temperatura allo scarico degli autocarri quanto alla stesa dietro la finitrice. Temperature eccedenti la soglia indicata dal produttore in fase di studio e legata alla particolare tecnologia adottata farà decadere la qualifica di conglomerato prodotto a tiepido con tutte le conseguenze e le penalizzazioni previste dal presente Capitolato.

### **Art. 21 -SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI**

Per gli interventi su pavimentazioni stradali già esistenti sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, previo ordine della Direzione lavori, l'Impresa dovrà dapprima ripulire

accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

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

Qualora la Direzione dei lavori ritenga opportuno allontanare il materiale risultante da scarificazione, la ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e 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. 22 -FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON 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. 24/7/1996 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 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. 23 -CHIUSINI E GRIGLIE**

I chiusini e le griglie (dispositivi di chiusura e dispositivi di coronamento) dovranno rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme UNI-EN 124 che qui si intendono interamente riportate.

Dovranno essere, a richiesta insindacabile della Direzione Lavori, fabbricati con ghisa lamellare grigia o ghisa sferoidale.

I chiusini e le griglie in ghisa grigia saranno dei seguenti tipi, i cui modelli si trovano depositati presso il magazzino reparto fognature di via Monte santo.

- o) chiusino (dispositivo di chiusura) classe D 400, rettangolare, luce netta del telaio (quadro) cm. 50 x 70, coperchio con due fori passanti per l'infilaggio delle chiavi o maniglie di sollevamento, peso complessivo del telaio e del coperchio compreso fra i 160 e 175 Kg.

- b) chiusino (dispositivo di coronamento) quadrato, classe C 250, luce netta del telaio cm. 45 x 45, coperchio con due fori passanti per l'infilaggio delle chiavi o maniglie di sollevamento peso complessivo del telaio e del coperchio compreso fra i 70 e gli 80 Kg.
  - c) griglia (dispositivo di coronamento) a cuna, classe C 250, luce netta del telaio cm. 42 x 42 superficie superiore formata a cuna, aperture nella griglia per il passaggio dell'acqua costituite da n°10 fori, o biscottini, posti su due fili, più due aperture all'estremità della cuna, superficie di scarico complessiva non inferiore a 500 cmq, peso complessivo del telaio e del coperchio compreso fra 75 e 85 Kg.
  - d) griglia (dispositivo di coronamento) a cuna, classe C 250, luce netta del telaio cm. 31,50 x 27,00, superficie superiore formata a cuna, apertura nella griglia per il passaggio dell'acqua costituita da n° 4 fori (biscottini) posti perpendicolarmente all'asse maggiore, superficie di scarico complessiva con inferiore a 200 cmq, peso complessivo del telaio e del coperchio compreso fra 30 e 35 Kg.
- I chiusini e le griglie in ghisa sferoidale saranno dei seguenti tipi i cui modelli si trovano depositati presso il magazzino reparto fognature di via monte santo.
- e) chiusino (dispositivo di chiusura) classe D 400, telaio quadrato, dimensioni esterne cm. 85 x 85, H = cm. 10, luce netta del foro cm. 60, coperchio con due fori per l'infilaggio delle chiavi o maniglie di sollevamento e dispositivo brevettato di autobloccaggio ed autocentraggio con appoggio su tre punti, rivestimento completo del telaio e del coperchio mediante vernice bituminosa, peso non inferiore a 90 Kg minimo.
  - f) griglia concava (dispositivo di coronamento) classe C 250, luce netta del telaio cm. 45 x 45, superficie superiore concava, aperture nella griglia per il passaggio dell'acqua costituite da n°30 fori (biscottini) posti su tre file, superficie di scarico complessiva pari a 1180 cmq, rivestimento del telaio e del coperchio mediante vernice bituminosa, peso complessivo Kg 34, circa.
  - g) griglia piana (dispositivo di coronamento), classe C 250, luce netta del telaio cm 45 x 45, superficie superiore piana, aperture nella griglia per il passaggio dell'acqua costituite da n° 30 fori (biscottini) posti su tre file, superficie di scarico complessiva pari a 1180 cmq, rivestimento del telaio e del coperchio mediante vernice bituminosa, peso complessivo Kg 33 circa.

Tutti i coperchi dei chiusini e le griglie sopra descritti dovranno perfettamente combaciare con i propri telai senza l'interpolazione di guarnizioni di qualsiasi tipo e non dar luogo alla benché minima oscillazione. La posa in opera di tutti i dispositivi di chiusura e/o di coronamento sulle camerette d'ispezione e sui pozzetti e caditoie stradali, avverrà mediante malta di cemento tipo R425 con l'aggiunta di indurente, o pietrificante, dei tipi normalmente in commercio e nella proporzione indicata per ciascun tipo o (a discrezione della D.L.) tramite l'utilizzo di malta cementizia multicomponente premiscelata con rapida presa ed indurimento per superfici orizzontali, avendo cura di tenere la malta circa cm. 3 sotto il piano superiore del telaio, corrispondente al piano viabile. La colmataura e rasatura secondo un perfetto piano dovrà essere eseguita successivamente, dopo l'indurimento della malta, mediante pietrischetto bitumato.

I chiusini rialzati o posati non dovranno essere sollecitati dai carichi stradali per un periodo di 10 gg naturali e consecutivi: sarà quindi necessario delimitare ogni singolo chiusino con un cestello adeguatamente segnalato o con una piastra in acciaio adeguatamente fissata alla pavimentazione stradale.

#### **Art. 24 -PAVIMENTAZIONE LAPIDEE**

##### **A ) SOTTOFONDO IN CALCESTRUZZO ARMATO CON RETE ELETTROSALDATA**

Il sottofondo é la struttura portante di qualsiasi pavimentazione ed è alla sua consistenza che si affida l'inalterabilità della strada da realizzare. Esso verrà realizzato in calcestruzzo, impasto di sabbia pietrisco cemento e acqua, per le sue caratteristiche di notevole resistenza e rapida

esecuzione.

Per una strada con traffico misto è necessario l'impiego di 10 cm. (minimo o come meglio indicato in elenco prezzi unitari) di calcestruzzo impastato a 2 q.li di cemento per mc, in cui viene annegata una leggera rete elettro saldata.

Nel suo impiego per superfici estese il calcestruzzo necessita di giunti di dilatazione, che determinano il punto di fessurazione e rottura del sovrastante pavimento, così come indicato negli elaborati grafici progettuali.

## B) LASTRICATI

La pietra da impiegarsi per i lastricati dovrà essere di natura lapidea con struttura particolarmente omogenea, resistente all'urto ed all'usura per attrito; sono da escludere le rocce che presentino parti alterate o piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera.

Le lastre avranno le dimensioni secondo quanto disposto dagli elaborati grafici di progetto e secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori.

Il suolo, convenientemente consolidato, sul quale dovrà eseguirsi il lastricato sarà coperto da uno strato di malta cementizia, sul quale verranno disposte le lastre in file parallele, di costante spessore, od anche a spina o a disegno, come verrà ordinato dalla Direzione Lavori, ravvicinate le une alle altre in modo che le connessioni risultino minime in rapporto al grado di lavorazione. La malta dovrà essere un impasto di sabbia con cemento normale tipo 325; il cemento andrà dosato per quintali 2,5 per mc. Alla fine della giornata di posa si procederà alla sigillatura, versando nei giunti una boiaccia liquida e ricca di cemento (parti uguali tra sabbia fine e cemento) fino a che le congiunzioni siano completamente riempite o addirittura leggermente trasbordanti. Quando la boiaccia avrà iniziato la presa acquistando una certa consistenza, si dovranno ripulire le sbavature e livellare la stuccatura. L'esecuzione verrà completata con la stilatura a ferro dei giunti.

Le pendenze della pavimentazione lastricata, sia longitudinali che trasversali, dovranno essere di almeno il 2,5% per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche.

Le stesse lastre potranno essere posate ai bordi della strada a ridosso dei cordoni a formazione di cunette. Il sistema di posa sarà uguale a quanto detto sopra. Se le cunette saranno sollecitate dal traffico automobilistico pesante sarà importante mettere in opera lastre di spessore superiore al normale (cm. 5-8).

La posa in opera di lastre con giunti segati prevede gli stessi criteri sopra esposti salvo i giunti che potranno essere accostati senza fuga o con 5 mm. di fuga sigillata a raso.

## C) PAVIMENTI IN CUBETTI E BINDERI

### Norme generali

La posa in opera di pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o verso gli spazi liberi.

Saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali, ove occorra, per un minimo del 2,5%. Per ogni tipo di pavimentazione sarà indispensabile un buon sottofondo, determinante per la resistenza e la durata della stessa. Il sottofondo sarà in calcestruzzo, come descritto al punto A) "Sottofondo".

I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a perfetta regola d'arte e conformi ai campioni sottoposti e approvati dalla Direzione Lavori.

### Provenienza e qualità dei materiali di pavimentazione

Cubetti: dovranno soddisfare alle norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali di cui al "Fascicolo n.5" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

I cubetti dovranno provenire da pietra a buona frattura, talché non presentino nè rientranze nè sporgenze in nessuna delle facce, e dovranno arrivare al cantiere di lavoro preventivamente



calibrati secondo le dimensioni prescritte dagli elaborati grafici di progetto (6/8 cm.).

Saranno rifiutati e subito fatti allontanare dal lavoro tutti i cubetti che presentino in uno dei loro lati dimensioni minori o maggiori di quelle prescritte ovvero presentino gobbe o rientranze sulle facce, eccedenti l'altezza di 5 mm in più o in meno. La verifica potrà essere fatta dalla Direzione Lavori.

Binderi: costituiscono elementi per il contenimento e la delimitazione di alcune parti di pavimentazione, come indicato nelle tavole di progetto, dalle seguenti dimensioni: cm 15/40 di lunghezza, cm. 10 di larghezza, cm. 5/8 di spessore.

La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava; le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra.

#### Provenienza e qualità dei materiali complementari

Sabbia: la sabbia da impiegarsi nella formazione del letto di posa dei pavimenti in cubetti dovrà essere a grana media, priva di ogni materia eterogenea; non é consentito, pertanto, l'impiego di sabbia di mare. La sabbia per la copertura e l'intasamento delle fughe per i cubetti o quella per la sigillatura in boiaccia degli stessi dovrà essere, invece, abbastanza fine da passare attraverso uno staccio di tela metallica a maglie quadre di mm 2,5 ed ugualmente priva di impurità eterogenee.

Cemento: il cemento miscelato a secco con la sabbia per il letto di posa dei cubetti, ed anche quello per la boiaccia di chiusura della pavimentazione, dovrà essere di normale resistenza 325.

Segatura: provverrà preferibilmente da legni quali il pino o il larice e in ogni caso non da legni esotici.

#### Posa in opera di cubetti

La pavimentazione in cubetti dovrà poggiare su un sottofondo in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata, come indicato al punto A) "Sottofondo", predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche. Dapprima si dovrà stendere sul precostituito sottofondo uno strato di sabbia dello spessore di cm 5, a grana grossa e scevra di ogni materia eterogenea, premiscelata a secco con cemento (circa 10 kg/mq).

I cubetti saranno posti in opera a filari dritti, un filare per volta e selezionando materiale sufficientemente uniforme almeno per ogni singolo filare, in modo da non creare fughe troppo difformi tra loro.

I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima di cm 1.

Verrà quindi disposto uno strato di sabbia sufficiente a colmare le fughe, dopo di che si provvederà alla bagnatura ed alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico.

Durante tale fase si procederà alla eventuale sostituzione di quei cubetti che si saranno rotti o deteriorati.

#### Sigillatura delle pavimentazioni in cubetti

Indispensabile completamento di una pavimentazione in cubetti è la sigillatura dei giunti, che sarà da eseguirsi con boiaccia cementizia preparata con una miscela di sabbia fine, cemento e acqua in parti uguali da stendere sul pavimento, in modo da penetrare completamente in ogni giunto.

Si dovrà lasciare riposare tale boiaccia fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pioggia, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione.

Si dovrà infine procedere alla completa e accurata pulizia del pavimento con 2 o 3 passaggi di segatura prima bagnata e poi asciutta.

Perché la presa sia assicurata è necessario fare attenzione agli intervalli di tempo tra le operazioni di posa, battitura e bagnatura e considerare le condizioni metereologiche, che influenzano in maniera determinante i tempi di presa del cemento.

#### Posa in opera di binderi

Dopo il tracciamento e la determinazione dei livelli si dovrà eseguire - ove necessario - lo scavo per la ricezione dei binderi ed il versamento in esso di uno strato di calcestruzzo, dove verranno posati i binderi in modo da risultare leggermente incastrati.

In corrispondenza delle giunzioni si dovrà formare un ingrossamento del calcestruzzo in modo da rinforzare tale zona che presenterà minore resistenza; si procederà, quindi, alla stuccatura e stilatura dei giunti con boiacca cementizia molto grassa e tirata a cazzuola.

#### D) ACCIOTOLATI E SELCIATI

##### Acciotolati

I ciottoli saranno disposti su di un letto di sabbia alto da 10 a 15 cm., ovvero su di un letto di malta idraulica di conveniente spessore sovrapposto ad uno strato di rena compressa alto da 8 a 10 mm.

I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta, a contatto fra di loro, con la faccia più piana rivolta superiormente, avvertendo di metterli a contatto.

A lavoro finito i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

##### Selciati

I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia a vista e nella faccia di combaciamento.

Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mezzaranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di sabbia dell'altezza di 10 cm. e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo aver stabilito le guide occorrenti.

Realizzato il selciato, verrà disteso sopra di esso uno strato di sabbia dell'altezza di 3 cm. e quindi si procederà alla battitura con mezzaranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà presentarsi perfettamente regolare e secondo i profili descritti.

Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in modo da far risalire la malta nelle connessure.

Per assicurare poi meglio il riempimento delle connessure stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido.

Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo aver posato i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di 10 cm. di cui sopra, conficcandoli a forza con apposito martello, vi si dovrà versare malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido, ed infine si dovrà procedere alla battitura con la mezzaranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

E) PAVIMENTAZIONI DIVERSE (conglomerati asfaltici, bituminosi, catramosi, tarmacadam, ecc., sopra sottofondi in cemento o macadam cilindrato; mattonelle in grès, asfalto, cemento, ecc.; pavimenti in legno, gomma, ghisa e vari)

Per l'eventuale esecuzione di pavimenti del tipo sopraindicato, o di materiali e tipi brevettati, e per i quali, dato il loro limitato uso su strade esterne, non è il caso di dilungarsi nel presente Capitolato a dare norme speciali, resta soltanto da prescrivere che, ove siano previsti ed ordinati, l'Impresa dovrà eseguirli secondo i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica per la loro costruzione e per l'impiego dei materiali che li costituiscono, attenendosi agli ordini che all'uopo potesse impartire la Direzione Lavori, anche in mancanza di apposite previsioni e prescrizioni nei Capitolati Speciali da redigere per i lavori da appaltare.

#### F) PAVIMENTAZIONI LAPIDEE ELASTICHE E DRENANTI

Le pavimentazioni lapidee elastiche e drenanti di cui al presente capitolato sono quelle di cui alle relative voci dell'elenco prezzi unitari del Comune di Varese - Attività Strade, Segnaletica e Suolo Pubblico.

Le caratteristiche dei materiali, le tecniche di realizzazione e i requisiti specifici di norma ai quali i

posatori devono attenersi e che gli stessi materiali devono soddisfare, sono riportati nelle voci di EPU.

#### G) PAVIMENTAZIONI LAPIDEE RIGIDE E NON DRENANTI

Le pavimentazioni lapidee elastiche e drenanti di cui al presente capitolato sono quelle di cui alle relative voci dell'elenco prezzi unitari del Comune di Varese – Attività Strade, Segnaletica e Suolo Pubblico.

Le caratteristiche dei materiali, le tecniche di realizzazione e i requisiti specifici di norma ai quali i posatori devono attenersi e che gli stessi materiali devono soddisfare, sono riportati nelle voci di EPU.

#### H) COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN PIETRA

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti le sia affidata direttamente, quanto nel caso in cui venga incaricata della sola posa in opera, l'Impresa dovrà avere la massima cura per evitare, durante le varie operazioni di scarico, trasporto, collocamento in sito e sino a collaudo, rotture, scheggiature, graffi, danni alle lucidature, ecc. Essa pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, di spigoli, comici, colonne, scolini, pavimenti, ecc., restando obbligata a riparare a sue spese ogni danno riscontrato, come a risarcirne il valore quando, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, la riparazione non fosse possibile.

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra, si adopereranno grappe, perni e staffe, in ferro zincato o stagnato, od anche in ottone o in rame, di tipi e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, e di gradimento della Direzione Lavori.

Tali ancoraggi saranno saldamente fissati ai marmi o pietre entro apposite incassature di forma adatta, preferibilmente di piombo fuso e battuto a mazzuolo, e murati nelle murature di sostegno con malta cementizia.

I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo e le retrostanti murature dovranno essere diligentemente riempiti con malta idraulica fina o mezzana, sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità.

La stessa malta sarà impiegata per l'allettamento delle lastre in piano per pavimenti.

## **D) LAVORI DIVERSI**

### **Art. 25 -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 Rck non inferiore a 300 kg/cm<sup>2</sup>, 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 (Rck) impiegato per le canalette dovrà essere di classe non inferiore a 250 Kg/cm<sup>2</sup>.

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 (Rck) impiegato per le cunette e fossi di guardia dovrà essere di classe non inferiore a 300 Kg/cm<sup>2</sup>. L'armatura dei manufatti dovrà essere eseguita con rete elettrosaldata a maglie saldate di dimensioni 12x12 cm con ferri F 5 mm, salvo diversa indicazione dalla Direzione lavori.

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

### **Art. 26 -SISTEMA LOGES VET EVOLUTION (LVE)**

Nei punti stabiliti dal progetto esecutivo saranno creati percorsi tattili plantari realizzati con lastre/piastrelle/masselli in quarzo cemento, in gres porcellanato o in pietra naturale dotati di rilievi studiati appositamente per essere percepiti sotto i piedi in modo tale da risultare efficaci come sistemi di guida, orientamento e riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per gli utenti ipovedenti.

La particolarità che distingue nettamente il sistema Loges Vet Evolution da quello Loges classico consiste nel fatto che al di sotto delle piastrelle di cui è composto vengono inseriti dei tag a radio frequenza che predispongono il sistema ad essere programmato a fornire in auricolare informazioni vocali di qualsiasi genere sulla posizione in cui si trova, sull'ambiente circostante, sulla presenza di strutture di interesse pubblico o di uffici, di esercizi commerciali, fornendo anche orari di apertura e ogni altra informazione che si ritenga utile.

#### **- QUARZO CEMENTO**

Percorso tattilo plantare con rilievi trapezoidali equidistanti, con altezza dei rilievi non inferiore a 3 mm e larghezza in accordo con la tabella 3-“WT6” della CEN/TS 15209, con distanza tra’ i rilievi in accordo con la tabella 1 - “S9” della CEN/TS 15209 costruito in cemento vibro compresso integrato con TAG – RFG 134.2 Khz idonei alla realizzazione di percorsi intelligenti.

I singoli elementi tattili hanno dimensioni cm 30x40 con spessore medio di mm 32 circa per le lastre e mm 55 circa per i masselli, colorazioni superficiali variabili atte ad ottenere un coefficiente di contrasto di luminanza non inferiore a 0,4 con la pavimentazione circostante.

Le caratteristiche fisico-meccaniche degli elementi tattili sono tali da rendere gli stessi antisdrucciolevoli, antigelive e di tipo carrabile per i masselli.

I due strati che costituiscono gli elementi tattili sono cosí composti:

- *LASTRE IN QUARZO CEMENTO* costituite da due strati di cui quello superiore contenente tra l'altro scaglie di pietre naturali, cemento Portland 42,5.

La parte inferiore composta tra l'altro: sabbie basaltiche, sabbie calcaree, cemento Portland 42,5 (spessore 32 mm).

- *MASSELLI* costituiti da due strati di cui quello superiore composto da impasto di scaglie di porfido frantumate, sabbie calcaree e cemento Portland 42,5. La parte inferiore, per il residuo spessore, e’ composta da un impasto di sabbie silicee, sabbie calcaree e cemento Portland 42,5 (spessore 55 mm).

Le caratteristiche ed i controlli di produzione per ambedue le tipologie sono rispondenti ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 1339.

#### - GRES PORCELLANATO

Percorso tattilo plantare con rilievi trapezoidali equidistanti , con altezza dei rilievi non inferiore a 3 mm e larghezza in accordo con la tabella 3 - “WT6” della CEN/TS 15209 , con distanza tra’ i rilievi in accordo con la tabella 1 - “S9” della CEN/TS 1529 costruito in gres porcellanato di prima scelta per esterni o interni, con superficie a vista non smaltata e di vari colori, completamente verificata secondo norma UNI EN ISO 10545, costituita da lastre di dimensioni in pianta da cm. 30x40 e spessori da 10 a 20 mm circa. integrato con TAG – RFG 134.2 Khz idonei alla realizzazione di percorsi intelligenti. La pavimentazione dovra’ essere non geliva, resistente all'usura e all'abrasione e presentare un assorbimento d'acqua <0,1%.

#### - PIETRA NATURALE

I percorsi LVE si possono produrre in materiali lapidei naturali quali basalto lavico, marmo, granito, ecc. (spessore 50 mm).



**Tipologia tag:**

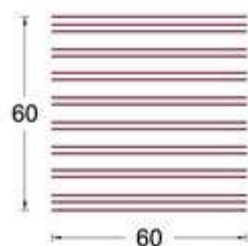
- RFG 134.2 Khz

**Distanza:**

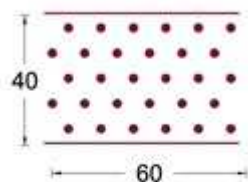
- Massimo 60cm dalla mezzeria del precedente

Per le caratteristiche dei sistemi LEV si fa comunque riferimento alle *“Linee guida per la progettazione dei segnali e percorsi tattili necessari ai disabili visivi per il superamento delle barriere percettive”* emanate dall'Istituto Nazionale per la Mobilità Autonoma di Ciechi ed Ipovedenti (I.N.M.A.C.I.).

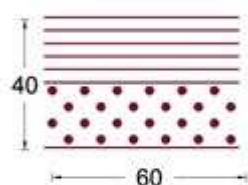
## GEOMETRIA LVE



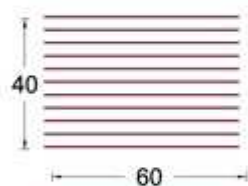
DIREZIONE RETTILINEA



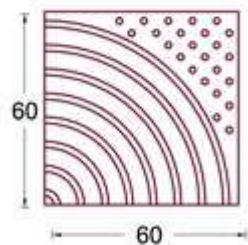
ARRESTO PERICOLO



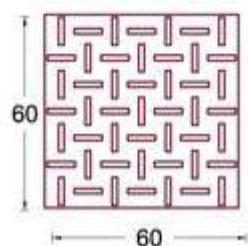
PERICOLO VALICABILE



ATTENZIONE SERVIZIO



SVOLTA



INCROCIO

## Art. 27 -SEGNALETICA STRADALE

### SEGNALETICA ORIZZONTALE

Non appena ricevuta la consegna, la Ditta appaltatrice dovrà innanzi tutto organizzare una o più squadre e procedere in modo che i lavori possano effettivamente e regolarmente iniziarsi e quindi svolgersi secondo le disposizioni della Direzione lavori il cui compito consisterà nell'impartire all'Impresa le disposizioni in merito all'ordine di priorità nell'esecuzione dei lavori, al modulo da adottare nelle linee assiali discontinue, al tipo di soluzione da adottare in ogni specifico punto singolare.

La Direzione dei lavori potrà consegnare alla Ditta appaltatrice la planimetria delle strade interessate dalle segnalazioni. L'Impresa provvederà previa ricognizione, ad apprestare un piano di lavoro tracciando sulle planimetrie medesime le segnalazioni che si ritengono necessarie ed a sottoporre detto piano 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 in:

- D. Lgs. 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.;
- Circ. LL.PP. n. 2357 del 16/5/1996;
- Circ. LL.PP. n. 5923 del 27/12/1996;
- Circ. LL.PP. n. 3107 del 9/6/1997.

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 podereale, 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 zebraure e le isole spartitraffico in vernice, si misurerà la superficie effettivamente verniciata, valutando a metro quadrato le strisce di larghezza superiore a cm 15 ed a metro lineare le eventuali strisce perimetrali da cm 15.

Per le scritte, la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato considerando il vuoto per pieno ma calcolando l'area del rettangolo che iscrive ogni singola lettera che compone 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.

#### CONDIZIONI DI STABILITÀ

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

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccamenti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi.



La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

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

#### CARATTERISTICHE DELLE SFERE DI VETRO

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

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

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

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

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

	<b>Setaccio A.S.T.M</b>	<b>% in peso</b>
<b>Perline passanti per il setaccio</b>	<b>n. 70</b>	100
<b>Perline passanti per il setaccio</b>	<b>n. 140</b>	15 - 55
<b>Perline passanti per il setaccio</b>	<b>n. 230</b>	0 - 10

#### IDONEITÀ DI APPLICAZIONE

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

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

#### QUANTITÀ DI VERNICE DA IMPIEGARE E TEMPO DI ESSICCAMENTO

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

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

#### VISCOSITÀ

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza misurata allo stornmer

viscosimeter a 25 °C espressa in unità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562). La vernice che cambi consistenza entro sei mesi dalla consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

#### **COLORE**

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

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

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

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

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

#### **RESIDUO**

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

#### **CONTENUTO DI PIGMENTO**

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

#### **RESISTENZA AI LUBRIFICANTI E CARBURANTI**

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

#### **PROVA DI RUGOSITÀ SU STRADA**

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

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

#### **DILUENTE**

Dovrà essere del tipo derivato da prodotti rettificati dalla distillazione del petrolio e dovrà rispondere al D.P.R. 245 del 6/3/1963 ovvero privo di benzolo e con una percentuale minima di componenti di tuoiolo e fluolo e quindi inferire alla percentuale prescritta dall'art. 6 della sopracitata legge.

#### **SEGNALETICA VERTICALE**

##### **DISPOSIZIONI GENERALI**

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal vigente Regolamento n° 610 del 16.09.1996 recante modifiche al Nuovo Codice della Strada, ed al DPR n° 495 del 16.12.92.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali dovranno essere della migliore qualità in commercio.

## PARTI METALLICHE

I segnali devono essere costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di mm o in lamiera di acciaio di prima scelta dello spessore non inferiore a 10/10 di mm.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola.

Se le dimensioni dei segnali superano la superficie di 1,25 m<sup>2</sup>, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali.

Le frecce di direzione, i pannelli VISUAL e di ostacolo, dovranno essere rinforzati mediante l'applicazione sul retro, per tutta la lunghezza del cartello, di due traverse di irrigidimento completamente scanalate adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di attacco ai sostegni.

Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistenti alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloncini zincati.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

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

Il materiale grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernici tipo wash primer, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140°C.

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante, l'anno di fabbricazione del cartello, il numero di autorizzazione rilasciata dal Ministero dei LL.PP. ai sensi della Circolare n. 2584 del 9/06/ 95 nonché l'Ente o l'Amministrazione proprietaria della strada.

Per i segnali di prescrizione devono inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di apposizione. L'insieme di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm<sup>2</sup>, in conformità di quanto disposto al punto dell'art. 77 del D.P.R. n. 495 del 16/12/1992.

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

A scelta della Direzione Lavori potranno essere impiegati per i segnali di Direzione urbani, elementi profilati in estruso di alluminio modulari e connettabili, senza forature, con speciali morsetti per formare superfici di qualsiasi dimensione ed aventi un peso minimo di 12 kg /m<sup>2</sup>.

Detti segnali dovranno essere in alluminio estruso anticorrosione ( UNI 6060 nello stato T5) con le facce esposte interamente ricoperte da pellicola catarifrangente.

I supporti aventi, a secondo della richiesta, un'altezza di 25 cm o 30 cm (rispondenti alle altezze prescritte cui al D.P.R. n. 495 del 16/12/1992) dovranno avere le seguenti caratteristiche:

## SPESSORI

- per le altezze da 25÷30 cm non inferiore a 25/10 di mm su tutto lo sviluppo del profilo.
- per le targhe bifacciali, la distanza tra le due facce dovrà essere compresa tra 15 ÷ 25 mm.

## RINFORZI

- ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, che hanno la duplice funzione di irrigidire

ulteriormente il supporto e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe, che in questo modo potranno essere fissate, senza problemi di interesse, anche a sostegni esistenti.

Per i profili da 25 cm e 30 cm, sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".

- le targhe bifacciali dovranno essere complete anche di staffe a cerniera aperta pure in alluminio estruso per il fissaggio a sostegni tubolari di diam.60 o 90 mm.

- qualora non fossero richieste le staffe a cerniera aperta su entrambi i lati chiusi, quello mancante dovrà essere opportunamente chiuso con tappo pure in alluminio estruso.

#### GIUNZIONI

ogni profilo avrà ricavate, lungo i bordi superiori ed inferiori, due sagome ad incastro che consentano la sovrapponibilità e la congiunzione dei profilo medesimi.

Tale congiunzione, per offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto come previsto per le targhe tradizionali, dalle norme AISCAT. Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria non dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale e le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

#### BORDI LATERALI:

i bordi laterali saranno rifiniti da un ulteriore profilo a "C" che sulla faccia anteriore del segnale si sovrapponga alla pellicola e che posteriormente consenta il fissaggio, a mezzo di idonee staffe in lega di alluminio, al supporto modulare.

#### FINITURE:

le targhe realizzate con i profili descritti dovranno consentire l'applicazione sulla faccia anteriore dei vari tipi di pellicola con le stesse modalità e garanzie delle targhe tradizionali. Per quanto riguarda la finitura posteriore, non viene richiesto alcun trattamento particolare date le notevoli caratteristiche chimico-fisiche della lega anticorrosione.

#### TARGHE

Le targhe modulari in lega di alluminio anticorrosione dovranno inoltre consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato utilizzando il supporto originale.

I sostegni saranno in ferro tubolare e previo decappaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo secondo le norme UNI 5101 e ASTM 123, che per il diametro di 60 mm il rapporto è di 2,95 kg/m di tubo, la sommità dei sostegni dovrà essere chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica e dovranno avere un peso minimo di 4,11 kg/m.

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio saranno in acciaio zincato a caldo (secondo le norme ASTM 123 con profilo ad "IPE" dimensionati per resistere ad una spinta di 140 kg/m<sup>2</sup> ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio UNI 6060 nello stato T5 dell'altezza di 40 mm.

#### FACCIA ANTERIORE

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente paragrafo b del presente articolo, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti a normale efficienza classe 1 o ad elevata efficienza classe 2, aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31.03.1995, in conformità di quanto prescritto per ciascun tipo di segnale al punto 12 dell'art. 79 del D.P.R. n°. 495 del 16/12/1992. Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte, dovranno contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal

suddetto Disciplinare Tecnico e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate secondo le metodologie indicate sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tabella 1 del Disciplinare Tecnico summenzionato. Inoltre, mediante esami specifici espressamente citati nel relativo certificato di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti di classe 1 e classe 2 sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

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

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

Per i segnali di indicazione il codice dei colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni, devono rispondere a quanto prescritto ai punti dall'1 al 10 dell'art. 125 del D.P.R.n.495 del 16/12/92.

I segnali nuova figura 36-37-40 48 e 52, nonchè tutti i segnali di preavviso e di direzione di nuova installazione, dovranno essere obbligatoriamente realizzati in pellicola ad elevata efficienza Classe II in conformità di quanto previsto al punto 12 dell'art. 79 del D.P.R. n. 495 del 16/12/1992.

Tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola ad elevata efficienza classe 2, su richiesta della Direzione Lavori; varranno in ogni caso le modalità di esecuzione già sopra descritte e relative ai segnali a pezzo unico e a quelli di indicazione.

Qualora i segnali di indicazione ed in particolare le frecce di direzione siano di tipo perfettamente identico, la Direzione Lavori potrà richiederne la realizzazione interamente o parzialmente con metodo serigrafico, se il quantitativo giustifichi le spese per l'attrezzatura di stampa.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste all'art. 194 comma I del D.P.R. n.° 495 del 16/12/92.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte, secondo le prescrizioni delle Ditte produttrici delle pellicole.

Modalità di misura e di valutazione:

Tutti i materiali per la segnaletica saranno valutati, a seconda dei tipi e delle caratteristiche, come indicato nell'Elenco prezzi.

Detti prezzi s'intendono comprensivi degli oneri inerenti i trasporti e gli scarichi ai magazzini nelle località indicate dalla Direzione Lavori.

## **ANAGRAFICA E TOPONOMASTICA**

### **CARATTERISTICHE TECNICHE E QUALITATIVE**

Tutti i segnali dovranno essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritti dal Regolamento di Attuazione del Codice della Strada.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali toponomastici dovranno essere della migliore qualità in commercio.

A norma della Legge n. 113 del 30.03.1981, art.13 lettere b, d,e, del D.Lgs. n. 358/92 Art.14 lettere B, D, E, e del D.P.R. n. 573 del 18/04/94, dovranno essere presentati presso gli Uffici della Stazione Appaltante i campioni rappresentativi dei prodotti che si impiegheranno per la fornitura dei segnali "NOME STRADA" che consistono in:

- Due segnali "NOME STRADA" in lamiera piana di alluminio spessore 25/10, bifacciali, rivestiti rispettivamente in pellicola a normale efficienza classe 1 e ad elevata efficienza classe 2;

- Due segnali "NOME STRADA" in targa di alluminio estruso anticorrosione (UNI 6060 nello stato T5) delle seguenti dimensioni:

altezze	distanza fra le due facce compresa tra	spessore profilo
250 mm	— 15 e 25 mm —	2,5+/-0,2 mm
300 mm		2,8+/-0,2 mm

bifacciale rivestiti rispettivamente in pellicola a normale efficienza classe 1 e ad elevata efficienza classe 2, completi di staffa a cerniera aperta pure in alluminio estruso spess.25/10 per il fissaggio a sostegni tubolari Ø 60 mm. Una dichiarazione impegnativa della Ditta partecipante alla gara, nella quale sotto la propria responsabilità dovrà indicare:

- nomi commerciali e gli eventuali marchi di fabbrica dei materiali che verranno impiegati per la fornitura;

- l'impiego ai sensi di quanto previsto dalla Circolare Ministeriale n. 2584 del 9/06/95 di fornire segnali stradali prodotti esclusivamente da Ditte autorizzate;

- attrezzature meccaniche in possesso della Ditta per la posa dei segnali "Nome Strada";

La mancanza della suddetta dichiarazione o la presentazione di dati incompleti, insufficienti od inesatti, o la mancanza dei campioni o la non rispondenza degli stessi alle norme vigenti alla data dell'Appalto e/o a quelle particolari del presente Capitolato Speciale d'Appalto, comporterà l'immediata esclusione dalla gara.

Inoltre in ottemperanza e ai sensi del D.P.R. n.° 573 del 18/04/94, la Ditta aggiudicataria entro e non oltre 15 (Quindici) giorni dall'aggiudicazione, dovrà premunirsi di inviare su richiesta dell'Amministrazione la seguente documentazione:

1. Copia delle certificazioni attestanti la conformità delle pellicole retroriflettenti ai requisiti del Disciplinare Tecnico approvato con D.M. del 31/03/95, rilasciate dal produttore delle pellicole;

2. Copia delle Certificazioni di qualità rilasciate sulla base delle norme europee della serie UNI/EN ISO 9000 da organismi accreditati secondo le norme UNICEI/EN 45000 al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per le forniture (D.P.R. n.°573 del 18/04/94).

Le copie delle certificazioni di cui sopra, dovranno essere identificate a cura del produttore delle pellicole stesse con gli estremi della Ditta partecipante e dell'Amministrazione richiedente nonchè della data di rilascio della copia non anteriore di 30 (trenta) giorni alla data di presentazione dell'offerta e da un numero di individuazione.

Qualora le certificazioni di cui ai punti "1 e 2" non fossero all'origine, in lingua italiana, dovrà essere prodotta relativa traduzione giurata effettuata da traduttore iscritto presso gli appositi elenchi del Tribunale.

In mancanza della suddetta certificazione non potrà essere avviata alcuna procedura contrattuale per la fornitura.

La Ditta aggiudicataria è tenuta alla fornitura di materiali conformi ai campioni presentati e non saranno quindi accettati prodotti difformi. La fornitura di materiali diversi da quelli campionati costituirà motivo di immediato annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela degli interessi di questa Amministrazione.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di fare eseguire, a spese della Ditta aggiudicataria, 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.

La Ditta aggiudicataria, è tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla Direzione Lavori atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature, dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

Qualora la Direzione Lavori abbia rifiutato qualche provvista perché ritenuta, a suo insindacabile

giudizio, non idonea, la medesima dovrà essere immediatamente sostituita con altra che risponda ai requisiti richiesti ; i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente rimossi a cura e spese della Ditta fornitrice.

#### PARTI METALLICHE

Le tabelle dei segnali "NOME STRADA" potranno essere in:

- lamiera piana di alluminio semi-crudo tipo P.AL.P.99,5 H 70 UNI 4507 60 dello spessore minimo di 25/10 di mm;
- alluminio estruso anticorrosione tipo UNI 6060 nello stato T5 dello spessore di 25/10 mm.

altezze	distanza fra le due facce compresa tra	spessore profilo
250 mm	— 15 e 25 mm —	2,5+/-0,2 mm
300 mm		2,8+/-0,2 mm

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Dopo detti processi le tabelle dovranno essere trattate con antiossidante del tipo Wash-Primer. Per le sole tabelle monofacciali il retro oltre ai suddetti trattamenti, dovrà essere verniciato a fuoco a + 140°, in colore grigio neutro con opportuni prodotti. Dopo i trattamenti di cui sopra e la eventuale verniciatura, il pannello verrà interamente ricoperto su una sola faccia o su entrambe le facce, con pellicola catarifrangente di colore bianco, a normale efficienza classe 1 o ad alta efficienza classe 2 e lavorata come da disposizioni seguenti in modo da costruire il segnale regolamentare "Nome Strada" in conformità di quanto prescritto all'art.133 del D.P.R. n.° 393 del 16/12/1992.

#### SOSTEGNI

I sostegni saranno in ferro tubolare e, previo decappaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo (secondo le norme UNI 5101 e ASTM 123), che per il Ø 60 mm è di 2,95 kg /m e del peso minimo di 4,11 kg /m di tubo, la sommità dei sostegni dovrà essere chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica; dovranno avere forma di «L» rovesciata semplice o doppia per le targhe in lamiera piana di alluminio; la lunghezza del braccio orizzontale sarà proporzionata alle varie lunghezze dei cartelli da sostenere. L'angolo fra il sostegno verticale ed il braccio orizzontale dovrà essere ottenuto saldando un apposito raccordo.

L'estremità del braccio dovrà venire chiusa da un tappo di plastica. L'ancoraggio dei pannelli al sostegno dovrà avvenire mediante idonei sistemi di attacco atti a mantenere rigidamente i pannelli nella posizione voluta senza oscillazioni. Nel caso il segnale toponomastico debba essere applicato su altri pali o sostegni, si dovrà provvedere con opportuni attacchi modulari, rispettando le caratteristiche del segnale.

I sostegni per le targhe in materiale estruso d'alluminio saranno in ferro tubolare con caratteristiche e trattamenti come sopra indicati ma di forma rettilinea. La connessione della targa al sostegno dovrà avvenire mediante staffe a cerniera aperta pure in alluminio estruso spessore 25/10 mm. Tutti i sostegni, gli attacchi ed i materiali di connessione dovranno comunque essere sottoposti a preventivo esame e approvazione della Direzione Lavori.

#### FACCE A VISTA

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente punto b del presente articolo, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti a normale efficienza classe 1 o ad elevata efficienza classe 2, aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31.03.1995, in conformità di quanto prescritto per ciascun tipo di segnale al punto 7 dell'art. 79 del D.P.R. n.° 495 del 16/12/1992.

Inoltre, mediante esami specifici espressamente citati nel relativo certificato di conformità, dovrà

essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole di classe 1 e classe 2 sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall'art.194 comma I del D.P.R. n.° 495 del 16/12/92.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni delle Ditte produttrici delle pellicole.

Modalità di misura e di valutazione:

I materiali per l'anagrafica e la toponomastica saranno valutati a seconda dei tipi e delle caratteristiche, come indicato nell'Elenco Prezzi.

I prezzi s'intendono sempre comprensivi degli oneri inerenti i trasporti e gli scarichi ai magazzini o nelle località indicate dalla Direzione Lavori.

#### PELLICOLE PLASTICHE NON RETRORIFLETTENTI

La pellicola plastica non retroriflettente dovrà essere costituita da un tenace filo di natura acrilica a superficie perfettamente liscia e resistente a tutti gli agenti atmosferici. Sul retro dovrà essere fornita di uno speciale adesivo pronto all'uso, protetto da un cartoncino protettivo che ne permetta la durevole applicazione su qualsiasi superficie liscia e pulita e non porosa ed in particolare sulle superfici delle pellicole catarifrangenti.

La pellicola plastica non catarifrangente dovrà possedere una elevatissima stabilità dimensionale, non dovrà corrodere né alterare in alcun modo le superfici di applicazione né reagire con esse deteriorandole.

Le pellicole plastiche non catarifrangenti, applicate con le tecniche prescritte dalla Ditta produttrice, dovranno resistere in modo eccellente per almeno 10 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno.

Modalità di misura e di valutazione:

Le pellicole catarifrangenti di cui sopra, saranno valutate a metro quadro.

I prezzi s'intendono comprensivi di tutti gli oneri inerenti i trasporti e lo scarico ai magazzini o nelle località indicate dalla Direzione Lavori.

#### PASTE SERIGRAFICHE

Per la stampa serigrafica del bordo azzurro, si dovranno usare paste serigrafiche trasparenti adatte all'applicazione su pellicole catarifrangenti.

Lo stampaggio diretto non dovrà in alcun modo intaccare il supporto della pellicola.

#### SEGNALI TOPONOMASTICI

##### DIMENSIONI

L'altezza normale del cartello è di 25 cm (venticinque), quella ridotta è di 20 cm (venti), quella grande è di 30 cm (trenta).

In rapporto alle tre altezze sono previste varie lunghezze in proporzione al nome da inserire.

Si adottano per il formato normale (h=25 cm) la lunghezza di 80÷100 cm; per il formato ridotto (h=20 cm) la lunghezza di 60÷80 cm, per il formato grande (h=30 cm) la lunghezza di 100÷120÷140 cm. Il formato in altezza deve essere costante sulla stessa strada ed itinerario e la lunghezza del segnale, anche in presenza di nomi corti, non potrà essere inferiore a quella minima sopra indicata per i vari formati. Sullo stesso sostegno si avrà cura di installare cartelli di uguali dimensioni.

##### CORNICI - ALFABETI - IMPAGINAZIONE

Per quanto concerne le modalità di realizzazione delle cornici-alfabeti ed impaginazione dei segnali nome strada, si demanda a quanto previsto a riguardo rispettivamente alle Tabelle 15-16 e 20 del D.P.R. n.° 495 del 16/12/1992.



## Art. 28 -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)	

<b>Resistenza a trazione trasversale (EN ISO 10319)</b>	(kN/m)	
<b>Deformazione al carico massimo (EN ISO 10319)</b>	(%)	
<b>Coefficiente di danneggiamento all'installazione per materiale granulare di diametro pari a 125 mm</b>	--	
<b>Allungamento massimo sulla curva dei 120 anni al 40% del NBL</b>	(%)	

#### 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. 29 -LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE A 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*, *Eucalyptus* sp. pl., *Mahonia aquifolium*, *Nerium oleander*, *O. punctata*, *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 affinché 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 è 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 sulle 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 provvederà 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. 30 -PENSILINE, RASTRELLIERE PORTABICICLETTE E CANALINE DI SCIVOLO PER VELOCIPEDI**

#### **PENSILINE**

Le pensiline a copertura delle rastrelliere portabicyclette in progetto sono elementi modulari composti da una struttura unica con due montanti verticali, una trave orizzontale ed una copertura a sbalzo ad una volta (o a due volte).

Alla struttura vengono fissati due tubolari a supporto delle rastrelliere portabicyclette identiche per caratteristiche, materiali, dimensioni (a parte la lunghezza dei tubolari di supporto) a quelle descritte al punto successivo e con un interasse tra un posto bici ed il confinante pari a 50 cm.

Ogni pensilina è provvista di un sistema di raccolta delle acque meteoriche con canale di gronda e relativo canale di scarico a terra tramite pluviali inseriti tra i due montanti.

La struttura, il telaio dello sbalzo ed i tubolari sono in acciaio mentre i tiranti della copertura in acciaio inox; tutti gli elementi in acciaio sono zincati a caldo e verniciati RAL 7021.

La copertura è costituita da pannelli in PMMA resistenti ai raggi U.V.

Tutti gli spigoli sono arrotondati o non resi taglienti.

La struttura è dotata di ancoraggio a terra tramite piastre di base facenti parte integrante dei montanti verticali.

La struttura, corredata da apposito calcolo statico e dimensionamento delle sue fondazioni da interrare, deve essere dotata di apposita certificazione da consegnare alla DL prima dell'emissione del CRE ed unitamente ai calcoli di cui sopra.

#### **RASTRELLIERE PORTABICICLETTE**

La struttura è realizzata in acciaio, zincata e successivamente verniciata a polveri colore Grigio Micaceo opaco raggrinzante secondo la seguente procedura:

- Sgrassare\fosfatare, risciacquare diverse volte con acqua, asciugare con aria calda di c.a. 120°.
- Applicazione elettrostatica della polvere, trattamento nell'essiccatoio ad aria calda a 220°.

La struttura portante è costituita da supporti laterali (ed eventuali intermedi nel caso d'impianti multipli) in struttura tubolare composta di due tubi diametro 60 mm spessore minimo 2,0 mm collegati ad arco e formati nella parte alta un angolo acuto.

Nella parte bassa i due tubi sono saldati ad una piastra a forma ovale – spessore 10 mm - dotata di due fori per fissaggio al terreno.

I supporti laterali sostengono due tubi orizzontali – diam. 48,3 mm spessore 3 mm – sui quali saranno applicati i supporti per le biciclette.

I due tubi sono di una lunghezza di m. 3,00, d'ingombro pari a m.3,19 per la versione dritta a 90° (lunghezza m. 3,60) ed ingombro pari a m.3,78 per la versione con parcheggio 45°) e sono chiusi lateralmente mediante un tappo nero in plastica.

I supporti per le biciclette sono composti da due tubi – diametro 60,3 mm spessore 5mm - ai quali sono saldati i supporti delle ruote (posteggio basso – posteggio alto: per una diversa altezza dei manubri) ed il supporto del telaio.

Tali supporti sono infilati nei tubi di sostegno orizzontali e sono fissati alla struttura portante nella parte inferiore con brugola 8x8 (essendo spostabili lateralmente sarà possibile variare la distanza tra le biciclette che deve comunque essere compresa tra 50 cm e 60 cm).

I supporti delle ruote delle biciclette sono realizzati in tondino pieno 14 mm.

Sono disponibili supporti per il parcheggio alto – basso nonché il parcheggio a 45° a destra – 45° a sinistra – 90° dritto.

Altezza da terra c.a. 18 - 20 cm.

Il supporto del telaio è una struttura tubolare composta da un tubo – diam. 32 mm spessore 2 mm – curvato e con una sporgenza di circa 80 cm dalla struttura portante e saldato a due corti tubi di supporto.

La struttura nel suo complesso dovrà essere fissata alla pavimentazione stradale con tira fondi o viti in modo che il porta biciclette non sia facilmente trasportabile o soggetto a vandalismo.

## **CANALINE DI SCIVOLO PER VELOCIPEDI**

Le canaline di scivolo per il trasporto a mano dei velocipedi in corrispondenza dei gradini delle scale pedonali sono elementi modulari realizzati in acciaio inossidabile (o in alternativa in alluminio mandorlato) e piegati opportunamente a seconda della loro ubicazione.

Ogni canalina viene realizzata tramite pezzi jolly (che ne permettono l'adattabilità a qualsiasi lunghezza di scalinata e a qualsiasi pendenza), è simmetrica (ossia montabile sia a dx che a sx della scala), con tutti gli spigoli arrotondati o non resi taglienti.

L'interspazio tra la base della canalina e la pedata del relativo gradino viene riempita con materiale ignifugo e completata con finitura in malta di cemento a vista.

## **E) NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE OPERE A MISURA**

### **Art. 31 -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 dei lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati 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. 32 -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 di 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 di 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 relative 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 il successivo riempimento a ridosso delle murature che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'elenco prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm. 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è compreso nel prezzo di elenco degli scavi anche qualora, per qualsiasi ragione, fosse necessario



allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'Impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per l'occupazione delle aree di deposito.

Per i materiali non ritenuti idonei dalla Direzione lavori per la formazione di rilevati, dovranno essere redatti i relativi verbali di accertamento al fine di determinare la quantità che entrerà a far parte del computo del volume di materiali di cui al successivo punto E).

#### D) RILEVATI

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 A1 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) i quali ultimi, però, verranno contabilizzati come materiali provenienti dagli scavi.

Pertanto nella formazione dei rilevati compensati a metro cubo, sono compresi i seguenti oneri:

lo scoticamento (fino a 20 cm dal piano di campagna), la compattazione del piano di posa, il taglio e la rimozione di alberi, cespugli e ceppaie, il prelievo e il trasporto dei materiali occorrenti da qualsiasi distanza e con qualunque mezzo, la compattazione meccanica tale da garantire il raggiungimento delle specifiche riportate negli artt. "Movimenti di terre", le bagnature, i necessari 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:

$$V = V_r - V_s - A_{sr} \times 0,20 + V_{mu}$$

dove:

$V_r$ : volume totale dei rilevati e dei riempimenti (compresi quelli occorrenti per il piano di posa dei rilevati e delle trincee) per l'intera lunghezza del lotto o tratto di strada;

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 al 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. 33 -PALIFICAZIONE DI FONDAZIONE**

#### **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. 34 -MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Tutte le murature ed i conglomerati cementizi sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure sul vivo, escludendo intonaci, ove esistano, e deducendo i vuoti ed i materiali eventuali di natura differente compenetrati nelle strutture. Non verranno dedotti il volume dei ferri di armatura e dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore o uguale a \_\_\_\_ mc (es. 0,20) ciascuno.

Saranno valutati e pagati con i relativi prezzi di elenco i vari tipi di conglomerato armato esclusivamente in base al valore della resistenza caratteristica, classe ambientale, diametro massimo dell'inerte e classe di consistenza, prescritti secondo gli elaborati progettuali oppure ordinati per iscritto dalla Direzione dei lavori.

Nel caso che dalle prove risultasse, per un conglomerato cementizio, un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello richiesto, dopo l'accertamento che tale valore soddisfa ancora alle condizioni statiche e di durabilità dell'opera, si provvederà all'applicazione del prezzo di elenco

corrispondente al valore della resistenza caratteristica riscontrata; altrimenti l'Appaltatore a sua cura e spese dovrà provvedere alla demolizione e conseguente rifacimento delle parti contestate.

Nel caso, invece, che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in sede di gara.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare: la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, i ponteggi, le armature di sostegno dei casseri per il getto in elevazione di strutture a sviluppo prevalentemente verticali (muri, pilastri, ecc.), attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Per l'impiego di eventuali additivi nei conglomerati cementizi e nelle malte per murature espressamente previsto in progetto per particolari esigenze, sarà corrisposto solo il costo di detti materiali. In ogni altro caso, tale impiego sarà consentito ma a totale carico dell'Impresa, previo benestare della Direzione lavori.

#### **Art. 35 -CASSEFORMI**

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

#### **Art. 36 -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 uncinate) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali e dal peso specifico pari a 7850 Kg/m<sup>3</sup>.

#### **Art. 37 -MANUFATTI IN ACCIAIO**

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi sono applicati al peso effettivamente posto in opera in sede delle lavorazioni, che sarà determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali U.N.I.

I prezzi relativi comprendono: la fornitura, la posa in opera, la esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione e una triplice mano di verniciatura di cui la prima antiruggine e le due successive di biacca ad olio, od altra vernice precisata nell'elenco prezzi.

#### **Art. 38 -ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

CANALETTE DI SCARICO ACQUE PIOVANE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Le canalette, cunette e fossi di guardia realizzati in conglomerato cementizio, da utilizzarsi per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto dalle voci dell'elenco prezzi, verranno valutate a metro lineare di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sulla linea d'asse.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare: la fornitura a piè d'opera del materiale, costipamento del terreno d'appoggio, preparazione del piano di posa mediante stesa di materiale arido fine o sabbia, la posa in opera degli elementi previo accurato allineamento, l'eventuale bloccaggio degli elementi mediante paletti, il rinfiacco 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. 39 -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 15 cm e ancoraggi sia provvisori che definitivi.

#### **Art. 40 -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 altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

I gabbioni dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni della Circ. n. 2078 del 27/8/1962 del Consiglio Superiore dei LL.PP.

## **Art. 41 -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, sarà valutato a peso, risultante dal lordo e dalla tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

Qualora il materiale in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica venga computato per volume a metro cubo su autocarro, il relativo computo dei volumi dovrà risultare da appositi verbali in cui si evidenzia il volume dei cassoni degli autocarri e dei relativi cali dati da personale autorizzato dell'Amministrazione appaltante. La Direzione lavori, a sua insindacabile descrizione, potrà computare il volume del misto granulometrico su autocarro riferendosi al peso del materiale e dal peso in volume medio su autocarro risultante da apposito verbale di misurazione.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesi pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a discrezione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale di sorveglianza le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del misto granulometrico, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

## Art. 42 -CONGLOMERATI BITUMINOSI

### A) STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E STRATO DI USURA

#### **[Caso in cui il conglomerato bituminoso si compensa a peso su autocarro]**

I conglomerati bituminosi impiegati sia per la formazione dello strato di collegamento o utilizzati per il carico di avvallamenti sulla sede stradale (binder), sia per la realizzazione del tappeto di usura, saranno valutati a peso, mediante il lordo e la tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesi pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a discrezione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del conglomerato bituminoso, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

### B) STRATO DI USURA

#### **[Caso in cui il conglomerato bituminoso per il tappeto di usura si compensa al metro quadrato per spessore finito, ovvero a mqxcm]**

I conglomerati bituminosi, per il tappeto di usura, verranno valutati secondo la superficie eseguita e secondo gli spessori previsti negli elaborati progettuali a compattazione avvenuta.

Dopo la messa in opera dei conglomerati bituminosi, il Direttore dei lavori, ai fini della contabilizzazione dell'opera, dovrà eseguire dei singoli rilevamenti, ovvero dovrà procedere al prelievo di carote (in numero pari a 3 o 4) per ogni sezione stradale prescelta, e la media degli spessori di posa dei predetti prelievi risulterà lo spessore di calcolo del singolo rilevamento.

Il numero e l'ubicazione delle sezioni stradali saranno indicati, a insindacabile giudizio dalla Direzione lavori.

Gli spessori delle singole carote sotto i \_\_\_\_ cm, non saranno considerati per il calcolo del valore medio di ogni singolo rilevamento, e il relativo tratto di strada dovrà essere oggetto di completo rifacimento a cura e spese dell'Appaltatore.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posto in opera è superiore a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori non verranno riconosciuti in sede di contabilità dei lavori stessi.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posato in opera è minore di quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori ci si dovrà comportare nel seguente modo:

- si tollera un valore minimo assoluto pari al \_\_\_\_\_ % (es. 95÷98) nei singoli rilevamenti, a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori, salvi i casi particolari indicati dalla Direzione lavori;

- gli 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. 43 -BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO, IN LEGNO E 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 previsto dal D.M. LL.PP. del 3/6/1998.

#### **Art. 44 -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 altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

#### B) TERRE RINFORZATE CON LE GEOGRIGLIE IN HDPE

Nel prezzo al metro quadro di superficie in vista (ovvero per superficie verticale del paramento) ci sono comprese tutte le seguenti lavorazioni:

- fornitura e posa in opera delle geogriglie secondo le modalità e nelle misure previste dagli elaborati progettuali o dagli ordinativi della Direzione lavori;
- ancoraggi al terreno della geogriglia con opportuni ferri sagomati ad U;
- fornitura e posa in opera, in facciata, di un cassero guida e di appoggio a perdere, realizzato mediante pigiatura meccanica di una rete elettrosaldata di maglia 15x15 cm con F 8 mm, corredati di opportuni tiranti uncinati che garantiscono la stabilità geometrica dei casseri stessi, anche durante la compattazione del terreno;
- fornitura e posa in opera all'interno del risvolto in facciata della geogriglia di una stuoia in fibre vegetali avente la funzione di protezione della facciata dall'azione erosiva esterna;
- risvolti e posizionamento dei relativi ancoraggi al terreno della geogriglia nella parte di facciata;
- e tutto quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.



## **F) CRITERI AMBIENTALI**

### **Art. 45 -CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)**

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato e corrispondono a caratteristiche e prestazioni superiori a quelle previste dalle leggi vigenti il cui rispetto deve comunque essere assicurato.

I CAM sono definiti nell'ambito di quanto stabilito dal Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della pubblica amministrazione e sono adottati con Decreto del Ministro dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del mare.

La loro applicazione sistematica ed omogenea consente di diffondere le tecnologie ambientali e i prodotti ambientalmente preferibili e produce un effetto leva sul mercato, inducendo gli operatori economici meno virtuosi ad adeguarsi alle nuove richieste della pubblica amministrazione.

In Italia, l'efficacia dei CAM è stata assicurata grazie all'art. 18 della L.221/2015 e, successivamente, all'art. 34 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" del D.Lgs 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.lgs 56/2017), che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti.

Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di appalti pubblici verdi sia incisiva non solo nell'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma nell'obiettivo di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili, "circolari" e nel diffondere l'occupazione "verde".

Oltre alla valorizzazione della qualità ambientale e al rispetto dei criteri sociali, l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde anche all'esigenza della Pubblica amministrazione di razionalizzare i propri consumi, riducendone ove possibile la spesa.

I materiali e le opere del progetto di cui al presente capitolato dovranno soddisfare i Criteri Minimi ambientali di riferimento in vigore al momento dell'approvazione del progetto stesso.