



Città metropolitana  
di Venezia

**Dipartimento dei Servizi al Territorio**  
*Manutenzione e Sviluppo del Sistema Viabilistico*

IL PROGETTISTA

Dott. Arch. Francesca Finco

## PROGETTO ESECUTIVO

LAVORO	RISANAMENTO FONDAZIONI STRADALI AREA SUD		
TAVOLA	CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO		ELABORATO <b>H</b>
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO ARCH. ADRIANO VOLPE	PROGETTISTA DOTT. ARCH. FRANCESCA FINCO	DIRETTORE LAVORI DOTT. ARCH. FRANCESCA FINCO	SCALA
COLLABORATORI PRINCIPALI GEOM. GRAZIANO SALVADORI	COLLABORATORI GEOM. MAURIZIO MICHIELAN DOTT. NICOLA MAURELLO	Direttori operativi GEOM. GRAZIANO SALVADORI	DATA 04.07.2016 Rev 01
AGGIORNAMENTO	FIRMA	DATA	

# CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE PRIMA

## Sommario

Art. 1	OGGETTO DELL' APPALTO .....	2
Art. 2	DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE .....	2
Art. 3	AMMONTARE DELL' APPALTO .....	2
Art. 4	VARIAZIONI ED ADDIZIONI DELLE OPERE PROGETTATE .....	3
Art. 5	NORME E PRESCRIZIONI INTEGRANTI IL CAPITOLATO .....	4
Art. 6	INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE .....	4
Art. 7	DETERMINAZIONE ED APPROVAZIONE DEI NUOVI PREZZI NON CONTEMPLATI NEL CONTRATTO.....	4
Art. 8	PERSONALE DELL' APPALTATORE – RAPPRESENTANZA DELL' APPALTATORE DURANTE L'ESECUZIONE DEI LAVORI .....	5
Art. 9	ORDINE DA TENERSI NELL' ANDAMENTO DEI LAVORI.....	5
Art. 10	CONSEGNA DEI LAVORI .....	6
Art. 11	PROGRAMMA DEI LAVORI .....	6
Art. 12	ORDINI DELLA DIREZIONE LAVORI.....	7
Art. 13	MATERIALI , ACCERTAMENTI , PROVE.....	7
Art. 14	SOSPENSIONI E PROROGHE .....	8
Art. 15	PAGAMENTI IN ACCONTO E A SALDO .....	8
Art. 16	CERTIFICATO DI ULTIMAZIONE DEI LAVORI.....	9
Art. 17	CONTO FINALE DEI LAVORI .....	9
Art. 18	RESPONSABILITA' ED OBBLIGHI DELL' APPALTATORE PER DIFETTI DI COSTRUZIONE .....	9
Art. 19	DANNI DI FORZA MAGGIORE .....	10
Art. 20	PRESA IN CONSEGNA ANTICIPATA DELL' OPERA .....	10
Art. 21	ONERI ED OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL' APPALTATORE .....	10
Art. 22	SICUREZZA.....	15
Art. 23	PREZZI DI ELENCO .....	15
Art. 24	CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI .....	16
Art. 25	RISERVE DELL' APPALTATORE E DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE .....	16

## **PARTE PRIMA – NORME AMMINISTRATIVE**

### **Art. 1 OGGETTO DELL'APPALTO**

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere, provviste e forniture necessarie per l'esecuzione dei lavori di "Risanamento delle fondazioni stradali area Sud"

### **Art. 2 DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE**

Le principali opere che formano oggetto dell'appalto, risultanti e puntualmente descritte nelle relazioni tecniche, nei elaborati grafici e nell'elenco prezzi previsti per l'esecuzione dell'opera o dei lavori del progetto esecutivo riguardano i risanamenti delle fondazioni stradali e possono riassumersi come segue:

1. Fresatura della pavimentazione stradale esistente per uno spessore variabile ;
2. Stabilizzazione in sito della sovrastruttura stradale per uno spessore di cm 35-40 con cemento 3.5-4,5% e tenore di acqua di impasto 5% -10% secondo il mix design da realizzare prima delle lavorazioni ;
3. Impermeabilizzazione dello strato con bitume modificato in ragione di 1 kg/mq;
4. Stesa di conglomerato bituminoso modificato alto modulo dello spessore di cm 7;
5. Stesa di conglomerato bituminoso strato di usura;

### **Art. 3 AMMONTARE DELL'APPALTO**

L'importo dei lavori compresi nell'appalto ammonta complessivamente a € 529.314,00 (euro cinquecentoventinovemilatrecentoquattordici/00) per opere a misura e € 8.000,00 (euro ottomila) per oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso ai sensi del punto 4 dell'allegato XV del D. Lgs 81/2008, così suddivisi:

Importi in Euro		Colonna 2)	Colonna 1)+2)+3)
		A Misura	Totale
a.1	Importo esecuzione lavori	€ 529.314,00	€ 529.314,00
a.2	Importo lavori in economia	€ -	€ -
a.3	Oneri per attuazione piani di sicurezza	€ 8.000,00	€ 8.000,00
A	IMPORTO TOTALE		€ 537.314,00

L'importo contrattuale corrisponde all'importo dei lavori come risultante dal ribasso offerto dall'aggiudicatario applicato all'elenco prezzi posto a base di gara, aumentato dell'importo del costo della sicurezza e dell'importo per lavori in economia che restano fissi nella misura sopra indicata.

L'importo del contratto può invece variare, in aumento o diminuzione, fermi restando i limiti previsti dall'art. 106 del D. Lgs 50/2016 e s.m.i.; per i lavori a misura i prezzi contrattuali saranno applicati alle singole quantità eseguite.

La designazione delle opere in appalto risulta la seguente:

Le cifre del presente quadro indicano gli importi presunti delle varie categorie di lavoro e possono variare tanto in più quanto in meno per effetto di variazioni nelle rispettive quantità e ciò tanto in via assoluta che nelle reciproche proporzioni.

Considerati gli importi di cui sopra, nonché le caratteristiche delle opere da eseguirsi, si definiscono le seguenti categorie ai sensi dell'art. 61 del D.P.R. 207/2010:

Categoria di lavorazione ai sensi DPR 207/2010	Opere a base di gara a misura	Oneri per la sicurezza	Sommano per categoria	% manodopera	Categ. Obblig. ai sensi DPR 207/2010 (SI/NO)	
OG3	€ 529.314,00	€ 8.000,00	€ 537.314,00	10,00%	SI	
<b>TOTALE</b>			<b>€ 537.314,00</b>			

Il seguente quadro indica l'incidenza delle singole categorie rispetto all'importo complessivo dell'opera e la loro relativa classifica ai sensi dell'art. 84 del D. Lgs 50/2016:

Descrizione	Importo €	Classifica
OG3	537.314,00	<b>II</b>

#### **Art. 4 VARIAZIONI ED ADDIZIONI DELLE OPERE PROGETTATE**

L'ubicazione, la forma, il numero e le principali dimensioni delle opere oggetto dell'appalto risultano dal progetto esecutivo, dai disegni, dagli elaborati e dalle specifiche tecniche di seguito riportate. Le indicazioni di cui ai successivi articoli ed i disegni ufficiali del progetto stesso approvati dalla Stazione Appaltante, debbono ritenersi come atti ad individuare la consistenza quantitativa e qualitativa delle varie specie di opere comprese nell'appalto. La Stazione Appaltante si riserva l'insindacabile facoltà di introdurre, all'atto della consegna dei lavori ed in corso d'opera, quelle varianti op modifiche che riterrà opportune nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa trarne motivo per avanzare pretese di compensi o d'indennità di qualsiasi specie e natura, sempreché le variazioni siano contenute entro i limiti stabiliti e nelle ipotesi previste dall'art. 106 del D. Lgs. 50/2016.

Inoltre ai sensi dell'articolo 43 del DPR n. 207/2010, ai fini della disciplina delle varianti e delle modifiche non sostanziali, ai sensi dell'articolo 106, del D. Lgs. 50/2016, la verifica dell'incidenza delle eventuali variazioni è desunta dagli importi netti dei gruppi di lavorazioni ritenute omogenee definiti con le modalità di cui al comma 6 e 7 del predetto articolo 43 del DPR n. 207/2010.

Si riporta di seguito l'individuazione dei gruppi di lavorazione ritenuti omogenei:

<i>Importo complessivo dei lavori a misura</i>		€ 537.314,00
<b>Gruppo di lavorazione</b>	<b>Importo</b>	<b>Percentuale</b>
<i>risanamento fondazione stradale</i>	€ 268.250,00	49,92%
<i>pavimentazione stradale</i>	€ 261.064,00	48,59%
<i>Costi della sicurezza</i>	€ 8.000,00	1,49%
<b>Sommano</b>	<b>€ 537.314,00</b>	<b>100,00%</b>

#### **Art. 5 NORME E PRESCRIZIONI INTEGRANTI IL CAPITOLATO**

Per tutto quanto non espressamente regolato nel contratto e nel presente Capitolato, si applicano le disposizioni regionali e nazionali concernenti i lavori pubblici ed in particolare il D. Lgs 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i. di seguito indicato come Codice, il D.P.R. n. 207/2010, di seguito indicato come Regolamento nelle parti non abrogate dal predetto Decreto il Capitolato Generale d'appalto dei Lavori Pubblici D.M. LL.PP. n. 145 del 19 aprile 2000, di seguito indicato come Capitolato Generale, nelle parti non abrogate dal predetto Decreto.

#### **Art. 6 INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE**

In caso di discordanza tra i vari elaborati che compongono il progetto esecutivo, prevale la soluzione più aderente alla corretta e completa realizzazione di lavori e comunque quella più rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva. L'interpretazione delle clausole contrattuali e del Capitolato Speciale è fatta tenendo conto dei risultati perseguiti con la realizzazione del progetto e comunque nella maniera più aderente alla vigente normativa in materia di lavori pubblici; qualora quest'ultime lascino irrisolto il dubbio interpretativo, saranno applicabili le norme del Codice Civile sull'interpretazione dei contratti (artt. 1362 e segg.).

#### **Art. 7 DETERMINAZIONE ED APPROVAZIONE DEI NUOVI PREZZI NON CONTEMPLATI NEL CONTRATTO**

Quando sia necessario eseguire una tipologia di lavorazione non prevista dal contratto o adoperare materiali di specie diversa o proveniente da luoghi diversi da quelli previsti dal medesimo, i nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali saranno determinati in conformità alle disposizioni dell'art. 23 comma 7 del Codice e articolo 32 del Regolamento

**Art. 8 PERSONALE DELL'APPALTATORE – RAPPRESENTANZA DELL'APPALTATORE DURANTE L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

L'Appaltatore dovrà provvedere personalmente alla condotta effettiva dei lavori con personale tecnico idoneo di provata capacità e moralità e adeguato, numericamente e qualitativamente, alla necessità ed in relazione agli obblighi assunti con la presentazione del programma dettagliato di esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore risponde delle idoneità dei direttori del cantiere ed in genere di tutto il personale addetto al medesimo.

Detto personale dovrà essere di gradimento della Direzione dei Lavori la quale, ha diritto di ottenere l'allontanamento dal cantiere di qualunque addetto ai lavori.

L'Appaltatore dovrà assumere un tecnico abilitato, ove già non disponga, per l'effettiva direzione dei lavori per conto dell'Appaltatore medesimo. Detto tecnico dovrà mantenersi in stretto contatto con la Direzione dei Lavori.

**Art. 9 ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

In genere l'Appaltatore avrà la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché a giudizio della Direzione Lavori non risulti pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine da considerarsi perentorio o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori in modo che riterrà opportuno e conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Il termine perentorio di cui al precedente comma potrà riferirsi anche all'ultimazione completa di una parte dell'opera e ciò per la necessità di usare detta parte di opera prima dello scadere del termine di ultimazione. Anche in questo caso l'Appaltatore non avrà diritto di indennizzi di sorta.

In ogni caso i lavori dovranno svilupparsi conformemente al programma approvato dalla Direzione dei Lavori di cui all'art. 11 del presente Capitolato.

Gli eventuali maggiori costi delle opere eseguite in difformità alle prescrizioni contrattuali o comunque impartite, non saranno tenuti in considerazione agli effetti della contabilizzazione.

L'Appaltatore non potrà mai opporre ad esonero o attenuazione delle proprie responsabilità, la presenza nel cantiere del personale di Direzione e Sorveglianza, l'approvazione di disegni e di calcoli, l'accettazione di materiali e di opere da parte della Direzione dei Lavori.

Qualora l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, anche senza opposizione dell'Appaltante o della Direzione Lavori, impiegasse materiali di dimensioni eccedenti quelle

prescritte, o di lavorazione più accurata, o di maggior pregio rispetto a quanto previsto, e sempre che la stazione Appaltante accetti le opere così eseguite, l'Appaltatore medesimo non avrà diritto ad alcun aumento di prezzo o comunque a compensi, quali che siano i vantaggi che possano derivare all'Appaltatore, poiché i materiali e le lavorazioni suddette si considereranno come fossero dimensionati, di qualità e magistero stabiliti dal contratto.

Il programma dei lavori inserito nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, costituisce la base di riferimento per la pianificazione dell'esecuzione in condizioni di sicurezza dei lavori o delle fasi di lavoro che si devono svolgere simultaneamente o successivamente tra loro.

Tale elaborato non ha carattere cogente per quanto riguarda l'organizzazione dei lavori che è comunque di competenza dell'Appaltatore.

L'Appaltatore potrà quindi proporre al coordinatore per l'esecuzione una diversa programmazione delle fasi, corredata dalle necessarie integrazioni al piano di sicurezza.

#### **Art. 10 CONSEGNA DEI LAVORI**

La consegna avviene con apposito verbale, redatto in doppio esemplare, firmato dal direttore dei lavori e dall'esecutore. Dalla data del verbale, decorre il termine utile per il compimento dei lavori.

La consegna dei lavori potrà essere effettuata anche in più tempi ai sensi e con gli effetti dell'art. 107 del Codice.

In caso di differenze riscontrate all'atto della consegna, trovano applicazione le disposizioni di cui all'art. 107 del Codice.

**Data la particolarità delle lavorazioni, la consegna dei lavori non potrà essere fatta durante la stagione invernale.**

#### **Art. 11 PROGRAMMA DEI LAVORI**

Il programma esecutivo dettagliato per l'esecuzione dei lavori da presentare alla Stazione Appaltante secondo quanto disposto dal Contratto, dovrà essere dettagliato, perfezionato e completo, con allegato grafico (diagramma di Gantt) che, in armonia agli accordi intercorsi, metta in evidenza l'inizio, l'avanzamento settimanale ed il termine di ogni attività e categoria di opere, precisando tipo, qualità e consistenza delle macchine ed impianti che in ogni caso si obbliga ad impiegare nonché la consistenza della manodopera.

Il programma dovrà ottenere l'approvazione scritta della Direzione dei Lavori previo parere del Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.

In detto programma esecutivo dettagliato, anche indipendente dal cronoprogramma di cui all'articolo 40, comma 1 del Regolamento DPR 207/2010, dovrà riportare, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle scadenze contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento. E' in facoltà della stazione appaltante prescrivere,

eventuali scadenze differenziate di varie lavorazioni in relazione a determinate esigenze.

Il programma approvato, mentre non vincola la stazione Appaltante, che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione, è invece impegnativo per l'Appaltatore che ha l'obbligo di rispettarne comunque i termini di avanzamento.

La mancata osservanza dei termini previsti dal programma dà la facoltà alla stazione Appaltante di risolvere il contratto per colpa dell'Appaltatore.

L'Appaltatore ha l'onere di aggiornamento quindicinale del cronoprogramma dei lavori, sulla scorta del reale avanzamento dei lavori, e contestuale trasmissione dello stesso al direttore dei lavori e al Coordinatore della Sicurezza in Fase di Esecuzione per la necessaria approvazione.

#### **Art. 12 ORDINI DELLA DIREZIONE LAVORI**

Le opere e prestazioni, che non fossero esattamente determinate dal progetto e le eventuali varianti rispetto al progetto stesso, dovranno essere eseguite secondo gli ordini dati di volta in volta dalla Direzione Lavori.

La Direzione lavori si riserva di consegnare all'Appaltatore, nel corso dei lavori e nell'ordine che riterrà opportuno, disegni supplementari delle opere da eseguire.

Qualora risultasse che le opere e le finiture non siano state eseguite a termine di contratto e secondo le regole d'arte, la Direzione Lavori ordinerà all'Appaltatore i provvedimenti atti e necessari per eliminare le irregolarità, salvo e riservato il riconoscimento alla stazione Appaltante dei danni eventuali.

L'Appaltatore non potrà rifiutarsi di dare immediata esecuzione alle disposizioni e agli ordini della Direzione Lavori, sia che riguardino il modo di esecuzione dei lavori stessi, sia che riguardino il rifiuto e la sostituzione dei materiali.

Nessuna variante e aggiunta nell'esecuzione dei lavori e delle forniture sarà ammessa e riconosciuta se non risulterà ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori.

Nell'ambito delle sue competenze il direttore dei lavori, ai sensi dell'art. 101 comma 3 del Codice, impartirà disposizioni ed istruzioni mediante ordini di servizio, redatti in doppio esemplare firmati dallo stesso D.L. e vistati dal responsabile unico del procedimento.

I citati ordini di servizio, sono inviati all'esecutore, che li restituisce firmati per avvenuta conoscenza. L'esecutore è tenuto ad attenersi alle disposizioni contenute negli stessi ordini di servizio.

#### **Art. 13 MATERIALI, ACCERTAMENTI, PROVE**

I materiali e i componenti da porsi in opera devono corrispondere alle prescrizioni della parte prestazionale del capitolato speciale ed essere della migliore qualità e potranno essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori.

Le spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche obbligatorie specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto o disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di



collaudo, sono previste nelle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

In caso di esito negativo o non totalmente positivo delle prove disposte dagli organi di controllo di cui sopra, la direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e le conseguenti relative spese saranno poste a carico dell'esecutore.

#### **Art. 14 SOSPENSIONI E PROROGHE**

Oltre a quanto già stabilito dal Contratto, non costituiscono motivo di proroga dell'inizio lavori secondo il relativo programma e rappresentano invece motivo di addebito nei confronti dell'Appaltatore, la mancata regolare o continuativa conduzione o la ritardata ultimazione delle seguenti fattispecie:

- a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
- b) l'adempimento di prescrizioni o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal Direttore dei Lavori e dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o dagli Organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza;
- c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'Appaltatore ritenesse di dover effettuare per l'esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla Direzione dei Lavori o espressamente approvati da questa;
- d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
- e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'Appaltatore comunque previsti dal Capitolato Speciale d'Appalto;
- f) la mancanza dei materiali occorrenti o la ritardata consegna degli stessi da parte delle ditte fornitrici;
- g) le eventuali controversie tra l'Appaltatore, i fornitori, i sub-appaltatori ed altri incaricati nonché le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'Appaltatore e il proprio personale dipendente.

Con riferimento all'art. 107 comma 2 del Codice, il Responsabile Unico del Procedimento può ordinare la sospensione dei lavori per cause di pubblico interesse o necessità nei limiti e con gli effetti previsti dallo stesso articolo

#### **Art. 15 PAGAMENTI IN ACCONTO E A SALDO**

Oltre a quanto già stabilito dal Contratto viene statuito quanto segue:

- a) Gli oneri della sicurezza derivanti dalla stima dei costi di cui al punto 4 dell'allegato XV del D. Lgs. 81/2008, saranno liquidati sulla scorta delle verifiche e delle quantificazioni redatte dal C.S.E. in occasione degli stati di avanzamento lavori;
- b) Nel caso di sospensione dei lavori di durata superiore a quarantacinque giorni la Stazione Appaltante dispone comunque i pagamenti in acconto degli importi maturati sino alla data di sospensione;
- c) Non sono previsti accreditamenti per manufatti a piè d'opera di cui all'art. 180 comma 4 del Regolamento DPR 207/2010;
- d) In caso di ritardata emissione del certificato di pagamento, all'Appaltatore saranno corrisposti gli interessi legati previsti dall'art. 1224 del codice civile; qualora il ritardo superi i sessanta giorni, dal giorno successivo sono dovuti gli interessi moratori previsti dal medesimo articolo;
- e) In caso di ritardato pagamento delle rate di acconto e di saldo all'appaltatore saranno corrisposti, ai sensi del D.Lgs. n. 231/2002, come modificato dal d.lgs. n. 192/2012, gli interessi semplici di mora su base giornaliera ad un tasso che è pari al tasso di interesse applicato dalla banca centrale europea alle sue più recenti operazioni di rifinanziamento principali, in vigore all'inizio del semestre, maggiorato dell' 8%, senza che sia necessaria la costituzione in mora. Il ministero dell'economia e delle finanze, nel quinto giorno lavorativo di ciascun semestre solare, pubblica nella gazzetta ufficiale il tasso di interesse applicato dalla BCE.

#### **Art. 16 CERTIFICATO DI ULTIMAZIONE DEI LAVORI**

Sarà redatto secondo le modalità indicate nell'art 199 del Regolamento.

#### **Art. 17 CONTO FINALE DEI LAVORI**

Entro sessanta giorni dalla data di ultimazione il Direttore dei Lavori compila il conto finale e lo trasmette al Responsabile del Procedimento.

Il Direttore dei Lavori accompagna il conto finale con una relazione in cui sono indicate le vicende alle quali l'esecuzione dei lavori è stata soggetta allegando la relativa documentazione ai sensi dell'art. 200 del Regolamento.

#### **Art. 18 RESPONSABILITA' ED OBBLIGHI DELL'APPALTATORE PER DIFETTI DI COSTRUZIONE**

Ai sensi degli artt. 18 e 19 del DM LLPP. n. 145/2000 l'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il direttore dei lavori accerti eseguite senza la regolare diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e

messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.

I controlli e le verifiche eseguite dalla stazione Appaltante nel corso dell'appalto non escludono la responsabilità dell'Appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera o dei materiali impiegati, né la garanzia dell'Appaltatore stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati; tali verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'Appaltatore, né alcuna preclusione in capo alla stazione Appaltante.

#### **Art. 19 DANNI DI FORZA MAGGIORE**

Per i danni ai lavori causati da forza maggiore si applicano le disposizioni vigenti.

#### **Art. 20 PRESA IN CONSEGNA ANTICIPATA DELL'OPERA**

Qualora vi sia la necessità di occupare od utilizzare l'opera, o parte di essa, prima che intervenga l'emissione del collaudo provvisorio, si procederà alla presa in consegna anticipata alle condizioni di cui all'articolo 230 del *Regolamento*.

All'Appaltatore non è dovuto alcun compenso per la presa in consegna sopra citata.

#### **Art. 21 ONERI ED OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE**

La sottoscrizione del contratto equivale a tutti gli effetti di legge a dichiarazione da parte dell'Appaltatore di aver tenuto conto di tutti gli obblighi ed oneri specificati nel presente articolo, nonché a quelli previsti dal *Capitolato Generale* e dal *Regolamento*, nello stabilire il prezzo dei lavori.

Saranno inoltre a carico dell'Appaltatore gli oneri ed obblighi seguenti:

1. Adottare nell'esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità degli operai e delle persone addette ai lavori stessi od a terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici o privati. L'Appaltatore assumerà, pertanto, ogni più ampia responsabilità sia civile che penale, nel caso di infortunio, dalla quale responsabilità è sollevata la stazione Appaltante ed il personale preposto alla Direzione e sorveglianza dei lavori.
2. Osservare le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro di cui al D.Lgs. 81/2008 e s.m.i..
3. L'obbligo ad applicare e a far applicare nei confronti dei dipendenti impiegati nell'esecuzione dell'appalto, anche se assunti fuori della Regione Veneto, le condizioni economiche e normative previste dai contratti collettivi di lavoro nazionali ed integrativi territoriali vigenti nel Veneto durante lo svolgimento dei lavori, ivi compresa l'iscrizione delle imprese e dei lavoratori stessi alle Casse Edili presenti nel territorio regionale e agli organismi paritetici previsti dai contratti di appartenenza. L'Appaltatore è obbligato altresì a rispondere dell'osservanza delle condizioni economiche e normative dei

lavoratori previste dai contratti collettivi di lavoro nazionali ed integrativi regionali o provinciali, ciascuno in ragione delle disposizioni contenute nel contratto collettivo della categoria di appartenenza.

4. Applicare ai lavoratori il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla loro sostituzione e, se Cooperative, anche nei rapporti con i soci. I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse, indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dimensione dell'Appaltatore stesso e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.
5. Le spese per le copie dei disegni di progetto, sia di assieme che in dettaglio, necessarie per la stesura delle varie copie del contratto, per usi di cantiere e dell'Appaltatore, nonché le spese per le copie di disegni di contabilità. È fatto divieto all'Appaltatore, salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori, di pubblicare o di autorizzare terzi a pubblicare notizie, disegni o fotografie delle opere oggetto dell'appalto.
6. La fornitura di idonea documentazione fotografica delle opere eseguite, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori.
7. Il pagamento delle tasse e l'accollo di altri oneri per concessioni/autorizzazioni/nulla-osta comunali (di occupazione temporanea di suolo pubblico, di passi carrabili, ecc.).
8. La messa a disposizione, senza alcun compenso, del personale, occorrente per rilievi e misurazioni relativi alle operazioni di consegna e contabilità dei lavori, e degli strumenti metrici e topografici occorrenti per dette operazioni.
9. La costruzione e la manutenzione di un locale per l'ufficio, arredato e fornito di telefono, entro l'ambito del cantiere in luogo definito con la Direzione Lavori o come indicato nella planimetria di cantiere allegata al Piano di Sicurezza e Coordinamento.
10. La predisposizione di adeguata segnaletica di cantiere conforme alla normativa in essere, e posizionata su indicazione della Direzione Lavori e del Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione o secondo quanto indicato nella planimetria di cantiere.
11. Esporre nel cantiere e mantenere aggiornate durante tutto il periodo di esecuzione dei lavori n. 1 tabelle informative dei cantieri di lavoro realizzate conformemente alla Circolare Ministero LL.PP. del 1 giugno 1990, n. 1729/UL ed approvate dal Direttore dei Lavori. Qualora necessario le suddette tabelle dovranno essere adeguate a particolari obblighi, derivanti dal finanziamento di altri Soggetti. L'Appaltatore dovrà inoltre posizionare in prossimità delle testate del cantiere tabelle lavori previste dall'art. 30, comma 6 del D.P.R. 16/12/1992 n. 495 (Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada) e successive modifiche ed integrazioni.
12. Eseguire i tracciamenti necessari per la precisa determinazione ed esecuzione delle opere, conservare i riferimenti relativi alla contabilità sino al collaudo, conservare sempre fino al collaudo i capisaldi planimetrici ed altimetrici indicati nel progetto esecutivo.

13. I movimenti di terra ed ogni altro onere necessario e relativo alla formazione del cantiere da attrezzare in relazione all'entità dell'opera, con gli impianti più idonei per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite.
14. Comunicare alla stazione Appaltante le scoperte che venissero effettuate nel corso dei lavori di tutti gli oggetti di valore e dei reperti di interesse archeologico, storico, artistico, paleontologico, ecc. soggetti alla specifica normativa vigente. L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere alla conservazione temporanea delle cose scoperte, lasciandole nelle condizioni e nel luogo in cui sono state rinvenute in attesa degli accertamenti della competente Autorità, a loro prelevamento e trasporto con le necessarie cautele e alla loro conservazione e custodia in locali adatti, dopo che l'Autorità competente ne avrà autorizzato il trasporto. Ai sensi dell'art. 35 del Capitolato generale d'Appalto, appartiene alla Stazione Appaltante la proprietà degli oggetti scoperti, compresi i relativi frammenti, che si dovessero reperire nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'Appaltatore ha diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero.
15. La guardiania e la sorveglianza del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, sia di giorno che di notte con il personale necessario, nonché di tutte le cose della stazione appaltante. L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere alla conservazione delle opere e alla loro guardiania curando la riparazione di rotture effettuate da terzi verso cui l'Appaltatore avrà diritto di rivalsa, fino all'approvazione degli atti di collaudo e la presa in carico delle opere da parte della stazione Appaltante o dell'Ente Committente.
16. La costruzione di servizi igienici e di locali forniti di acqua corrente per uso di tutto il personale addetto ai lavori, i liquami saranno depurati biologicamente e smaltiti con collegamento, ove possibile, alla fognatura pubblica e comunque secondo le disposizioni delle competenti autorità sanitarie e secondo quanto indicato nella planimetria di cantiere allegata al Piano di Sicurezza e Coordinamento.
17. La pulizia quotidiana delle vie di transito del cantiere con il personale necessario, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte.
18. La ricerca, la localizzazione planimetrica ed altimetrica e la salvaguardia da ogni rottura degli eventuali sottoservizi esistenti: cavi telefonici, fibre ottiche, cavi elettrici, condotte fognarie, idriche, metanodotto, ecc. In particolare, nel caso di condotte gas, l'Appaltatore dovrà effettuare tutte le azioni preventive e operative previste dalla Norma UNI 10576, al fine di minimizzare i rischi di danneggiamento. Eventuali danni derivanti da qualsiasi rottura che si verifichi nel corso della ricerca, spostamento e salvaguardia dei sottoservizi elencati saranno a carico dell'Appaltatore.
19. L'obbligo di prestarsi, in ogni tempo, alle prove dei materiali di costruzione impiegati o da impiegarsi; gli istituti di prova saranno indicati dalla stazione Appaltante. Dei

campioni potrà essere ordinata la conservazione negli uffici della Direzione dei Lavori, munendoli di suggelli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

20. Garantire il libero accesso al cantiere ed il passaggio nello stesso e sulle opere eseguite o in corso di esecuzione al personale addetto di qualunque altra impresa esecutrice, alla quale siano stati affidati i lavori non compresi nel presente appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto della stazione Appaltante. L'accesso nell'area di cantiere dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore dei Lavori sentito il Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione.
21. Consentire, su richiesta della Direzione Lavori e sentito il parere del Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione per la necessaria autorizzazione, l'uso parziale o totale, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori che la stazione Appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altri operatori economici. L'Appaltatore non potrà pretendere alcun compenso di sorta da detti soggetti e dalla Stazione Appaltante medesima. Sono invece a carico dell'impresa subentrante tutti gli oneri relativi all'eventuale interferenza di cantiere, qualora il subentro intervenga in corso d'opera per eventi imprevisti.
22. La verifica, l'integrazione e la modifica dei calcoli e dei disegni delle strutture in calcestruzzo, calcestruzzo armato normale e precompresso, acciaio, miste acciaio - calcestruzzo, effettuate da un ingegnere strutturista. Con tale verifica, integrazione e modifica l'Appaltatore rimane l'unico e completo responsabile della stabilità delle opere e pertanto esso sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualsiasi natura, importanza e specie dovessero verificarsi. Resta inteso che i calcoli delle verifiche saranno sempre basati sulla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ottenuta integrando, se del caso, per mezzo di rilievi, indagini o prove quella allegata al progetto.
23. Autorizzare e organizzare eventuali visite del personale della Direzione dei Lavori presso gli stabilimenti ove vengono costruiti e/o assemblati elementi costruttivi relativi all'opera appaltata. L'Appaltatore è obbligato altresì al pagamento dei canoni e dei diritti di brevetto e all'adempimento di tutti gli obblighi di legge relativi al caso in cui fossero introdotti nei progetti dispositivi o sistemi di costruzione protetti da brevetto, e ciò sia nel caso l'Appaltatore vi ricorra di sua iniziativa (previo consenso della Direzione Lavori) sia che tali dispositivi e sistemi siano prescritti dalla Direzione Lavori stessa.
24. Lo sgombero del cantiere dai mezzi d'opera e dagli impianti di proprietà entro dieci giorni dalla data del verbale di ultimazione.
25. Provvedere alle eventuali opere provvisorie necessarie per l'esecuzione dei collaudi statici delle opere che, ai sensi della Legge 05.11.1971 n. 1086, verranno effettuati da tecnico abilitato nominato dalla stazione Appaltante.

26. Consentire l'uso anticipato di una parte dell'opera senza alcun diritto a speciali compensi. L'Appaltatore potrà richiedere che sia constatato lo stato delle opere per essere garantito dai possibili danni che potessero derivargli.
27. Ai fini di una migliore definizione delle lavorazioni da eseguire o delle apparecchiature da installare, ove sia ritenuto necessario dall'Appaltatore medesimo o dal Direttore dei Lavori, provvedere alla redazione di elaborati di cantierizzazione, in aggiunta a quelli progettuali allegati al contratto, costituenti interfaccia fra il progetto esecutivo e la costruzione delle opere. Gli elaborati di cantierizzazione, sottoscritti dall'Appaltatore e da un tecnico abilitato ai sensi di legge, devono essere sottoposti all'approvazione del Direttore dei Lavori quindici giorni prima dell'inizio programmato delle relative lavorazioni o installazioni, sentito il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione. Il Direttore dei Lavori deve provvedere tempestivamente all'approvazione degli elaborati di cantierizzazione, dopo averne verificato la congruità con il progetto esecutivo allegato al contratto.
28. La fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal Direttore dei Lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte. L'Appaltatore deve richiedere alla Direzione Lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal Capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'Appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile.
29. Consegnare, entro 30 giorni decorrenti dalla data del certificato di ultimazione dei lavori, la documentazione relativa alle apparecchiature, ai manufatti, al valvolame, alle tubazioni e al materiale elettrico installato, che a titolo esemplificativo, ma non esaustivo, si può così riassumere: certificati CE, omologazioni ministeriali, certificati di prova, libretti di istruzioni, schede tecniche, schede macchina, ecc. Nel caso di ritardata consegna verrà applicata una penale giornaliera pari allo 0.1% dell'importo contrattuale.
30. Consegnare, entro 30 giorni decorrenti dalla data del certificato di ultimazione dei lavori, le dichiarazioni di conformità, comprensive degli allegati obbligatori, di tutti gli impianti ricadenti nella disciplina del D.M. 37 del 22.01.2008 e della L. 186/68, redatti su apposita modulistica e corredati degli allegati prescritti. Nel caso di ritardata presentazione verrà applicata una penale giornaliera pari allo 0.1% dell'importo contrattuale.
31. Consegnare, entro 30 giorni decorrenti dalla data del certificato di ultimazione dei lavori, il progetto dell'eseguito. Per progetto dell'eseguito si intendono gli elaborati aggiornati del progetto esecutivo corrispondenti alle opere effettivamente eseguite. L'Appaltatore deve provvedere, a propria cura e spese, a presentare il progetto dell'eseguito (triplice copia di stampe a colori e file in formato dwg), considerando le modifiche intervenute e

le diverse soluzioni esecutive che si siano rese necessarie durante l'esecuzione dei lavori. Il progetto dell'eseguito deve essere sottoscritto dall'Appaltatore e da un tecnico abilitato ai sensi di legge, incaricato dallo stesso Appaltatore. Detti elaborati ed i relativi file devono essere consegnati al Direttore dei Lavori per essere sottoposti a verifica ed approvazione. Nel caso di ritardata presentazione verrà applicata una penale giornaliera pari allo 0.1% dell'importo contrattuale. L'organo di collaudo verifica il corretto adempimento dell'obbligo di presentazione del progetto dell'eseguito da parte dell'Appaltatore, facendone espressa menzione nel certificato di collaudo provvisorio.

## **Art. 22 SICUREZZA**

Si applicano le disposizioni di cui al Decreto legislativo 81/2008 oltre che a quanto previsto dal Codice e dal Regolamento.

L'Appaltatore deve preporre al cantiere un tecnico qualificato idoneo all'uopo che, con mansioni dirigenziali e con i mezzi occorrenti, provveda ad ogni incombenza per l'approntamento e la conservazione delle opere conseguenti alle norme in materia di sicurezza e salute dei lavoratori. Tale incarico può essere affidato anche al Direttore di cantiere di cui all'art. 10 del presente Capitolato.

Prima della stipula del contratto od entro 5 (cinque) giorni dalla consegna dei lavori, quando questa avvenga in pendenza del contratto, l'Appaltatore dovrà trasmettere alla Stazione Appaltante, a mezzo di lettera raccomandata o posta elettronica certificata, la nomina dei tecnici incaricati alla direzione del cantiere ed alla prevenzione degli infortuni. Dette nomine dovranno essere accompagnate dalla dichiarazione incondizionata di accettazione dell'incarico da parte degli interessati. Tale accettazione dovrà essere riportata in calce nella lettera di nomina.

## **Art. 23 PREZZI DI ELENCO**

I prezzi contrattuali sono in ogni caso comprensivi delle seguenti prestazioni:

- a) **Per i materiali:** ogni spesa, nessuna eccettuata, per fornitura, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc., e quant'altro necessario per consegnarli pronti all'impiego, a mezzo d'opera, in qualsiasi punto di lavoro;
- b) **Per gli operai e mezzi d'opera:** il reperimento, l'assunzione e la retribuzione sia ordinaria che straordinaria, le quote per le assicurazioni sociali, per gli infortuni ed accessorie di ogni specie, per l'eventuale trasporto sul luogo dei lavori; ogni spesa per la fornitura ed usura di utensili ed attrezzi, baracche per alloggi, vitto ed eventuale pernottamento ecc. nonché le spese per l'illuminazione del cantiere nel caso di lavoro notturno;
- c) **Per i noli:** ogni spesa per dare macchinari e mezzi d'opera nel luogo di impiego pronti all'uso, compreso tasse ed assicurazioni con gli accessori e quant'altro occorra per la loro



manutenzione ed il regolare funzionamento (lubrificanti combustibili, carburanti, energia elettrica, pezzi di ricambio, ecc.) nonché l'opera dei meccanici, dei conducenti e degli eventuali aiuti per il funzionamento;

- d) **Per i lavori a misura:** nei prezzi si intendono compensate tutte le spese per mezzi d'opera, assicurazioni di ogni specie, tutte le forniture occorrenti e la loro lavorazione ed impiego, indennità di cave, di passaggi, di depositi di cantiere, di occupazioni temporanee e gli oneri previsti dalla normativa vigente in materia di lavori pubblici e dal *Capitolato Generale* di appalto.
- e) **Per i lavori in economia** contemplati nel contratto si procederà ai sensi dell'art.179 del *Regolamento*.

Per i lavori a misura ed a corpo che dovessero richiedere prestazioni straordinarie notturne o festive di personale, non verrà corrisposto dalla stazione Appaltante alcun compenso o maggiorazione, restando ogni conseguente onere a carico dell'Appaltatore, salvo che le stesse prestazioni straordinarie siano state espressamente ordinate dalla Direzione Lavori.

Per i prezzi unitari non contrattualizzati relativi a materiali/ somministrazioni, trasporti e noli si farà espresso riferimento al Prezziario Regionale vigente all'avvio della procedura di gara.

Per il costo della manodopera si farà espresso riferimento alle tabelle vigenti all'avvio della procedura di gara emanate del Magistrato alle Acque.

Per quanto riguarda la percentuale applicabile per le spese generali ai sensi dell'art. 32 comma 2 lett. b. del Regolamento viene fissata nel 14 % .

#### **Art. 24 CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI**

E' vietata la cessione del contratto; ogni atto contrario è nullo di diritto.

E' ammessa la cessione dei crediti nelle forme e nei limiti previsti dall'art. 106 comma 13 del Codice.

#### **Art. 25 RISERVE DELL'APPALTATORE E DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE**

Ogni riserva da parte dell'Appaltatore dovrà essere formulata nei modi e termini prescritti dall'articolo 191 del Regolamento.

L'Appaltatore, fatte valere le proprie ragioni nel corso dei lavori con le modalità di cui sopra, resta tuttavia tenuto ad uniformarsi alle disposizioni della Direzione dei Lavori senza poter sospendere o ritardare l'esecuzione delle opere appaltate. Le riserve andranno poi confermate nel conto finale secondo quanto disposto dall'articolo 201 del Regolamento.

Tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto, comprese quelle conseguenti al mancato raggiungimento dell'accordo bonario previsto dall'art. 205 del Codice, saranno devolute alla competente Autorità Giudiziaria, restando esclusa la competenza arbitrale.

1	PREMESSA.....	4
2	CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE.....	4
2.1	QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	5
2.1.1	Acqua.....	5
2.1.2	Leganti idraulici.....	5
2.1.3	bitumi - emulsioni bituminose.....	5
2.1.4	Legante bituminoso .....	5
2.1.5	Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischetti – Sabbie per conglomerati cementizi .....	6
2.1.6	Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie .....	6
2.1.7	L'additivo minerale (filler) .....	6
2.1.8	Materiali ferrosi .....	6
2.1.9	polveri di roccia asphaltica.....	6
2.1.10	oli asphaltici .....	7
2.1.11	teli di “geotessile”.....	7
3	DEMOLIZIONI DELLE PAVIMENTAZIONI.....	9
3.1	Demolizione conglomerato bituminoso con frese. ....	9
3.2	Demolizione degli strati non legati di fondazione.....	9
4	FONDAZIONI STRADALI.....	11
4.1	MISTO GRANULARE .....	11
4.2	MISTO GRANULARE STABILIZZATO .....	12
4.2.1	Modalità esecutive .....	12
4.3	MISTO CEMENTATO .....	13
4.3.1	Caratteristiche dei materiali da impiegare .....	13
4.3.2	Studio della miscela in laboratorio .....	15
4.3.3	Protezione superficiale.....	15
4.4	STABILIZZAZIONE A CEMENTO IN SITO.....	15
4.4.1	Legante.....	16
4.4.2	Acqua.....	16
4.4.3	Studio della miscela in laboratorio .....	17
4.4.4	Modalità esecutive .....	17
4.4.5	Protezione superficiale.....	18
4.5	RIGENERAZIONE CON BITUME SCHIUMATO .....	18
4.5.1	Materiali.....	18
4.5.2	Studio della Miscela .....	20
4.5.3	Confezionamento e posa in opera delle miscele.....	21
4.5.4	Controlli in corso d'opera.....	22
4.5.5	Controlli sullo strato finito .....	22
5	CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	23
5.1	CONGLOMERATO BITUMINOSO DI COLLEGAMENTO E DI USURA.....	24
5.1.1	Aggregati .....	24
5.1.2	Legante.....	26
5.1.3	Miscela.....	26
5.1.4	Posa in opera della miscela.....	28
5.1.5	Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali .....	29
5.1.6	Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni.....	30
5.2	CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIUSI ANTISDRUCCIOLO SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT) .....	32
5.2.1	Descrizione .....	32

5.2.2	Aggregati .....	32
5.2.3	Legante.....	33
5.2.4	Miscela.....	34
5.2.5	Controllo dei requisiti di accettazione .....	35
5.2.6	Confezione e posa in opera delle miscele.....	35
5.2.7	controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni.....	36
5.3	CONGLOMERATO BITUMINOSO ADDITIVATO CON GRANULATO DI GOMMA	37
5.3.1	Descrizione .....	37
5.3.2	Aggregati .....	37
5.3.3	Additivi derivati da pneumatici .....	37
5.3.4	Processi di produzione della Miscela .....	37
5.3.5	Miscela.....	38
5.3.6	Legante.....	38
5.3.7	Controllo dei requisiti .....	39
5.4	CONGLOMERATO AD ALTO MODULO .....	40
5.4.1	Descrizione .....	40
5.4.2	Aggregati .....	40
5.4.3	Filler (additivo minerale).....	41
5.4.4	Legante.....	41
5.4.5	Miscela.....	42
5.4.6	Studio della miscela.....	43
5.4.7	Confezione e posa in opera delle miscele.....	43
5.5	CONGLOMERATO BITUMINOSO PRESTAZIONALE ADDITIVATO CON POLIMERI SBR/NR .....	44
5.5.1	Aggregati .....	44
5.5.2	Filler (Additivi minerali ) .....	45
5.5.3	Additivi polimerici .....	45
5.5.4	Fibre sintetiche.....	46
5.5.5	Legante.....	46
5.6	ALTRI INTERVENTI SPECIALI CON BITUME MODIFICATO .....	47
5.6.1	Riparazione piccole superfici e risagomatura delle ormaie .....	47
5.6.2	Sigillatura di lesioni o giunti di strisciata .....	47
5.6.3	Sigillatura delle lesioni eseguite con emulsione e sabbia .....	47
5.6.4	Sigillatura delle lesioni della pavimentazione eseguita con bitume modificato e lancia termica .....	48
6	GEOGRIGLIE E GEOTESSUTI PER RINFORZO MANTI BITUMINOSI.....	49
6.1.1	Geogriglia .....	49
6.1.2	Rete in fibra di vetro .....	50
6.1.3	Geotessile a filo continuo spunbonded .....	50
6.1.4	Geotessile tessuto per il rinforzo terreni .....	51
7	MODALITÀ' DI ESECUZIONE DEI LAVORI.....	52
7.1	PAVIMENTAZIONI, RISAGOMATURE E RAPPEZZI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	52
7.1.1	Modalità di produzione e confezionamento delle miscele .....	52
7.1.2	Trasporto.....	53
7.1.3	Posa in opera.....	53
7.1.4	Giunti .....	54

7.1.5	Fresatura di pavimentazione stradale.....	54
7.1.6	Trattamento superficiale mono strato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS e graniglie di prima categoria.....	54
7.2	FORNITURA DI INERTI PER LAVORI STRADALI.....	55
7.3	SCAVI.....	55
7.4	LAVORAZIONE NOTTURNE .....	55
8	REQUISITI DI ACCETTAZIONE – PENALITÀ.....	56
8.1	Studio preventivo.....	56
8.2	Controlli.....	56
8.2.1	Controlli in cantiere di produzione .....	57
8.2.2	Controllo della composizione dei conglomerati.....	57
8.2.3	Controllo della posa in opera dei conglomerati.....	58
8.2.4	Controllo della superficie di transito.....	58
8.2.5	Requisiti di accettazione dei conglomerati .....	58
8.3	PROVE DI PRESTAZIONE .....	59
8.3.1	Prove di portanza .....	59
8.3.2	Prove di regolarità.....	59
8.3.3	Prove di aderenza trasversale.....	59
8.4	Penalità .....	60
8.4.1	Aderenza .....	61
8.4.2	Regolarità.....	61
8.4.3	Spessore degli strati .....	62
8.4.4	Dosaggio di Bitume .....	62
8.4.5	Aggregati .....	62
9	NORME DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE .....	64
9.1	Demolizioni .....	64
9.2	strato di fondazione .....	64
9.3	Conglomerato bituminoso per strati di base, binder ,.....	64
9.4	Conglomerato bituminoso per manti superficiali d'usura.....	64
9.5	Conglomerato per risagomature.....	65

## **1 PREMESSA**

Il Capitolato Speciale d'Appalto fa parte integrante del contratto nel quale sono riportate le norme dirette a regolare il rapporto tra la stazione appaltante e impresa.

Il presente capitolato contiene la descrizione delle lavorazioni e riporta tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche ad integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo.

Inoltre, contiene la specificazione delle prescrizioni tecniche relative alle lavorazioni previste dall'appalto.

In particolare vengono illustrate in dettaglio le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione dei materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, in relazione alle caratteristiche degli interventi, l'ordine da tenersi nello svolgimento delle specifiche lavorazioni.

## **2 CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE**

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo articolo 2. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

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

I materiali dovranno provenire da località o siti di produzione che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché rispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non idonea 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.

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

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti di fiducia ed indicati dalla Società appaltante, nonché per le corrispondenti prove di esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso laboratori indicati dalla Direzione dei Lavori, i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Nel caso che alcuni materiali da costruzione vengano forniti direttamente dalla Città metropolitana, l'Impresa, con il loro impiego, resterà la sola responsabile circa la qualità dei materiali stessi.

In ragione delle caratteristiche qualitative (temperatura, ecc..) richieste dalle presenti norme tecniche per il conglomerato bituminoso, il relativo impianto di produzione e confezionamento

dovrà essere situato ad una congrua distanza (stimata dalla Stazione Appaltante in circa 70 km) dal luogo di intervento.

## **2.1 QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Con riferimento a quanto stabilito nell'articolo 2 i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, volta per volta, in base a giudizio della Direzione dei Lavori, la quale, per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà

### **2.1.1 Acqua**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere a requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

### **2.1.2 Leganti idraulici**

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965) per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008.

I leganti idraulici si distinguono in:

1) *Cementi* (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le “Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi” (G.U. n. 180 del 17.7.1968) per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

- D.M. 20.11.1984 “Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi” (G.U. n. 353 del 27.12.1984) per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985) per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

- D.I. 9.3.1988 n. 126 “Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi” per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008.

2) *Agglomerati cementizi e calci idrauliche* (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 31.8.1972 che approva le “Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche” (G.U. n. 287 del 6.11.1972) per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

### **2.1.3 bitumi - emulsioni bituminose**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione”, Ed. maggio 1978; “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali”, Fascicolo n° 3, Ed. 1958; “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)”, Ed. 1980.

### **2.1.4 Legante bituminoso**

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591 “*Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali*”, per i bitumi semisolidi B 50-70

o 70-100. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base.

#### **2.1.5 Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischetti – Sabbie per conglomerati cementizi**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 01 gennaio 2008 norme tecniche per le costruzioni alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

#### **2.1.6 Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie " del C.N.R. (fascicolo n. 4 Ed. 1953 e successive modifiche ed integrazioni) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

#### **2.1.7 L'additivo minerale (filler)**

Deve essere costituito da polvere proveniente da rocce calcaree di frantumazione, e qualificato secondo la UNI EN 13043.

Si può usare all'occorrenza anche cemento portland e calce idrata con esclusione di qualsiasi tipo di polvere minerale.

#### **2.1.8 Materiali ferrosi**

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da un qualsiasi altro difetto.

Essi dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.M. 1/4/1983 pubblicato sul supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 224 del 17/8/1983.

#### **2.1.9 polveri di roccia asfaltica**

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con oli minerali in quantità non superiori all'1%.

Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III).

Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

Le polveri di I e di II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332.

Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (Norme C.N.R.).

Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

### **2.1.10 oli asfaltici**

Gli oli asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare oli tipo A, e per quella estiva oli tipo B. Tutti questi oli devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

1) oli di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammolimento alla palla e anello 30-45°C;

2) oli di tipo A (invernale) per polveri siciliane: viscosità Engler a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammolimento alla palla e anello 55-70°C;

3) oli di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammolimento alla palla e anello 35-50°C;

4) oli di tipo B (estivo) per polveri siciliane: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammolimento alla palla e anello 55-70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche oli derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

In caso di necessità gli oli possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

### **2.1.11 teli di “geotessile”**

Il telo “geotessile” avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: fibre di polipropilene o poliestere di 1<sup>a</sup> qualità (si escludono quindi fibre corte riciclate), a fil continuo, lavorate mediante processo di sola aguagliatura, assolutamente esente da collanti, appretti, incollature, non deve aver subito alcun trattamento di termosaldatura o termocalandratura;

- coefficienti di permeabilità: per filtrazioni trasversali compreso fra  $10^{-3}$  e  $10^{-1}$  m/sec. (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);

- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm. di larghezza non inferiore a 300 N/5cm. (Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm. e lunghezza nominale di 20 cm. con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo di scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto), con allungamento a rottura compreso fra il 25 e l'85%.

- omogeneità di detta resistenza a trazione nella tramatura orizzontale e verticale.

Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 500 N/5 cm. o a 750 N/5 cm., fermi restando gli altri requisiti.



Per la determinazione del peso e dello spessore del “geotessile” occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e sul B.U. n. 111 del 24.12.1985.

### **3 DEMOLIZIONI DELLE PAVIMENTAZIONI**

#### **3.1 Demolizione conglomerato bituminoso con frese.**

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

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Committente; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della D.LL. per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

Non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata tra cresta e gola superiore a 0.5 cm.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dalla D.LL. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione dovrà corrispondere in tutti i suoi punti a quanto stabilito dalla D.LL. e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale dello scavo.

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

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

La demolizione dello strato legato a bitume potrà essere effettuata con uno o più passaggi di fresa, secondo quanto previsto dal progetto o prescritto dalla D.LL.; nei casi in cui si debbano effettuare più passaggi, si avrà cura di ridurre la sezione del cassonetto inferiore formando un gradino tra uno strato demolito ed il successivo di almeno 20 cm di base per ciascun lato.

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

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

#### **3.2 Demolizione degli strati non legati di fondazione**

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere effettuata con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della D.LL. ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire dovranno essere riparati a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.

## 4 FONDAZIONI STRADALI

Per il rifacimento della fondazione su tratti di strada esistente, se richiesto, si procederà ad una prima scarifica del materiale e quindi verrà ricavato mediante scavo, il cassonetto della profondità indicata dalla Direzione dei Lavori, atto a ricevere e contenere i nuovi materiali di consolidamento.

Se per azione dei mezzi impiegati per lo scavo del cassonetto e dei mezzi di trasporto del materiale per la nuova fondazione, il fondo del cassonetto stesso non dovesse risultare perfettamente raggugliato e addensato, l'Impresa dovrà renderlo tale mediante adeguata cilindatura con rulli di tipo adatto.

### 4.1 MISTO GRANULARE

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

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

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

Caratteristiche del materiale da impiegare.

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

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

Serie setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale sul peso
Setaccio 63	100
Setaccio 40	84 ÷ 100
Setaccio 20	70 ÷ 92
Setaccio 14	60 ÷ 85
Setaccio 8	46 ÷ 72
Setaccio 4	30 ÷ 56
Setaccio 2	24 ÷ 44
Setaccio 0,25	8 ÷ 20
Setaccio 0,063	6 ÷ 12

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,063 ed il passante al setaccio 0,5 inferiore a  $\frac{2}{3}$ ;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 2 mm compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il

limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);

6) indice di portanza CBR <sup>(2)</sup>, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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

## **4.2 MISTO GRANULARE STABILIZZATO**

Come quelle indicate al punto 4.1 con granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale sul peso
Setaccio 63	100
Setaccio 40	$88 \div 100$
Setaccio 20	$62 \div 90$
Setaccio 14	$60 \div 85$
Setaccio 8	$35 \div 69$
Setaccio 4	$23 \div 53$
Setaccio 2	$15 \div 40$
Setaccio 0,5	$8 \div 24$
Setaccio 0,063	$2 \div 10$

### **4.2.1 Modalità esecutive**

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

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

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello

---

<sup>(2)</sup> ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra.

strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

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

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

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata

Il valore del modulo di compressibilità  $ME'$ , misurato con il metodo di cui all'art. "Movimenti di terre", ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

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

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

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

### **4.3 MISTO CEMENTATO**

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume. Lo spessore finito dell'unico strato in cui il materiale dovrà essere messo in opera in un unico strato non inferiore a cm 10 e non superiore a cm 30.

#### **4.3.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

##### **4.3.1.1 Aggregati.**

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli aggregati per strati di fondazione legati a legante idraulico dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13242 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

Saranno impiegati aggregati naturali e di frantumazione, anche costituiti da ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume, a condizione che la percentuale di frantumato complessiva sia superiore al 40% in peso, sul peso totale degli aggregati. La Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato inferiori al limite stabilito, previa verifica che la miscela finale

presenti comunque le resistenze a compressione e a trazione, a 7 giorni, prescritte nel seguito (a tal fine, si potrà modificare la composizione della miscela variando la percentuale delle sabbie presenti e/o la quantità di passante al setaccio da 0,063 mm).

Sarà possibile utilizzare anche materiale in frazione unica, purché rispondenti ai requisiti richiesti per la miscela di aggregati.

Gli aggregati avranno i seguenti requisiti:

Il materiale deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al crivello UNI 40 (o setaccio equivalente); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare

Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso
Setaccio 25	100
Setaccio 20	80 - 100
Setaccio 16	66 - 87
Setaccio 8	41 - 61
Setaccio 4	24 - 39
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,5	9 - 19
Setaccio 0,063	5 - 10

Perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2, non superiore al 30% (LA30):

Equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, compreso fra 30 e 60 %.

Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà avere:

5a) sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 30%;

5b) coefficiente di usura determinato con la prova Micro-Deval, secondo la Norma UNI EN 1097-1 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della resistenza all'usura (micro-Deval)", in presenza di acqua (MDU), non superiore al 25 %.

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 4 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 deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).

Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma UNI EN 932-3, nell'aggregato fino deve essere inferiore all'1%. Così deve essere inferiore all'1%, nello stesso aggregato, il contenuto in ione SO<sub>4</sub><sup>-</sup> e il contenuto di sostanze organiche (Norma UNI EN 1744-1).

#### **4.3.1.2 Legante.**

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5.

#### **4.3.1.3 Acqua**

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materie organiche e da qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento, con una possibile variazione percentuale (in aumento o in diminuzione) di 2 punti per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

#### **4.3.2 *Studio della miscela in laboratorio***

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto cementato 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 misto da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto cementato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del cemento e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del cemento; natura e provenienza dell'inerte; 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.

Potranno essere accettati, ad insindacabile giudizio della D.LL., anche studi di miscele che, in precedenti esperienze, abbiano fornito i risultati richiesti, purché ne vengano verificate le resistenze meccaniche, preventivamente al loro utilizzo.

Le prove di resistenza a compressioni ed a trazione indiretta saranno eseguite nel rispetto delle norme UNI vigenti.

#### **4.3.3 *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 acida (cationica) al 55% in ragione di 1-1,5 kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui esso potrà venire sottoposto; successivamente si provvederà allo spargimento di sabbia.

#### **4.4 *STABILIZZAZIONE A CEMENTO IN SITO***

La stabilizzazione a cemento con miscelazione in sito per la costruzione di strati di sottobase sarà eseguita utilizzando una miscela di aggregati costituenti la preesistente fondazione in misto granulare o da materiale nuovo da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori (stabilizzatrici semoventi o semiportate), dopo aggiunta di cemento ed acqua, per uno spessore complessivo di 30 cm.

Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 20 cm e non superiori a 35 cm.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli aggregati per strati di fondazione legati a legante idraulico dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13242 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

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche indicate nel fuso seguente:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso
Setaccio 63	100
Setaccio 40	88 - 100
Setaccio 32	79 - 100
Setaccio 20	63 - 90
Setaccio 8	39 - 66
Setaccio 4	22 - 49
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,5	7 - 24
Setaccio 0,063	2 - 10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la D.LL. potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di aggregati di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela.

L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 10 e comunque il prodotto finale dovrà avere le caratteristiche a compressione e a trazione a 7 giorni di seguito prescritte.

#### **4.4.1 Legante**

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero (cenere volante) di recente produzione.

Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 30% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

#### **4.4.2 Acqua**

Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi.

Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno procedere alla miscelazione con eccesso di acqua ed eventualmente riumidificare il misto miscelato, prima della rullatura.

#### **4.4.3 Studio della miscela in laboratorio**

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 4.3.2

#### **4.4.4 Modalità esecutive**

La demolizione degli strati legati a bitume dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla D.LL. e che comunque non dovrà essere inferiore a 4,5 m alla base dello scavo.

Si dovranno comunque comprendere nella superficie da demolire anche i giunti di strisciata dei vari strati eventualmente gradonando la sezione di scavo dalla quota superiore a quella inferiore in modo che la larghezza dello strato da miscelare non sia inferiore a 4,0 m.

Nel caso di fondazioni in macadam o scapoli di pietrame e di fondazioni in misto granulare o stabilizzato molto compromesse per la presenza di sostanze argillose od altro, si procederà, dietro preciso ordine della D.LL. alla loro demolizione ed asportazione.

La ricostruzione dello strato di fondazione sarà effettuata mediante la posa in opera di uno strato in misto granulare e/o uno strato di misto cementato confezionato in centrale secondo disposizioni della D.LL.

Nei casi di fondazione in misto granulare parzialmente compromessa (al di sotto del 50% della superficie dello scambio da risanare) si dovrà provvedere alla sostituzione dei materiali non idonei con materiali nuovi (di caratteristiche granulometriche uguali a quelle del materiale fresco d'apporto descritte al punto 3.1.2a), salvo diverso avviso della D.LL.

La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di “rippers” per uno spessore non inferiore a 25 cm (dovrà essere controllata la validità dalla D.LL.). Il cemento o la miscela cemento-cenere preventivamente omogeneizzata a secco in impianto caricando da due silos diversi lo stesso distributore da usare in sito, nelle quantità stabilite, verrà distribuita in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, si renderà necessario interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare immediatamente la miscelazione del cemento con il misto granulare.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla D.L. in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 25 cm.

La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5°C e 35°C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18°C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non dovrà essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della D.L.

Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di costipamento e la successiva stesa dello strato di protezione dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e di risagomatura; dovranno comunque essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della D.L., da una eventuale ulteriore umidificazione, dovrà essere realizzato come indicato al punto 2.5.

#### **4.4.5 Protezione superficiale**

Vedi 4.3.3

### **4.5 RIGENERAZIONE CON BITUME SCHIUMATO**

La rigenerazione in sito a freddo viene realizzata mediante idonee attrezzature mobili (con miscelatore a volume variabile) che consentano di miscelare in sito la fondazione esistente integrata con materiale bituminoso fresato, con aggiunta di bitume schiumato, cemento, acqua e se necessario aggregati freschi, omogeneizzare, stendere e compattare la miscela per uno spessore variabile tra 10 cm fino a 40 cm da intendersi come spessore finale della fondazione.

La “schiuma di bitume” è prodotta dalla reazione meccanica che avviene nel bitume mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume a circa 180°C con acqua ad alta pressione.

Tale processo viene eseguito mediante un'unità articolata computerizzata, composta da:

- autospanditrice di leganti a dosaggio computerizzato uniforme;
- riciclatrice con capacità fino a 50 cm di profondità e gruppo schiumatura bitume;
- autocisterna dell'acqua;
- autocisterna del bitume o dell'emulsione bituminosa;
- rullo compattatore da 20 ton. (energia min. 450 KN) con sistema di verifica compattazione in grado di assicurare min. il 90% del livello “Duriez” (norme francesi sul riciclaggio a freddo NF P 98-251-4;
- motolivellatore graeder;
- rullo liscio da 14 ton.

#### **4.5.1 Materiali**

a) aggregati

Gli aggregati che costituiranno la miscela riciclata derivano dalla fresatura della preesistente pavimentazione in conglomerato bituminoso e, nel caso, del misto granulare della fondazione sottostante.

Essi possono appartenere tanto all'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio 2 mm) quanto a quello degli aggregati fini (passanti al setaccio 2 mm) e devono possedere i requisiti indicati nella sottostante tabella:

AGGREGATO GROSSO				
Parametro	Normativa di riferimento	di	unità di misura	classificazione UNI EN 13043

coefficiente di frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	$\leq 25\%$	LA25
percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	$\geq 60\%$	C60/0
dimensione massima	UNI EN 933-1	30 mm	-
passante allo 0.063 mm	UNI EN 933-1	$< 1\%$	f1
resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	$< 1\%$	F1
<b>AGGREGATO FINO</b>			
equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$\geq 50$	-
indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	$\leq 25$	-

Il possesso dei precedenti requisiti sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 280/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### b) Bitume

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio appartenente alla classe di penetrazione 70/100, definita dalla UNI EN 12591. Le specifiche per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicati nella seguente tabella:

<b>DETERMINAZIONE</b>	<b>U.M.</b>	<b>valori</b>	<b>Norma di riferimento</b>
Penetrazione a 25°C	dmm	70-100	UNI EN 1426
Punto di rammollimento P - A	° C	43-51	UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	°C	$\leq - 10$	UNI EN 12593
Viscosità dinamica 160°C	Pa·s	0.1 - 0.2	UNI EN 13302-2
Solubilità	%	$\geq 99$	UNI EN 12592

La qualità del bitume schiumato, è definita soprattutto dai seguenti parametri:

Rapporto di espansione rappresentato dal rapporto tra il volume massimo raggiunto dal bitume schiumato ed il volume del bitume prima della schiumatura ( $\geq 15$ );

Tempo di dimezzamento dato dal periodo di tempo in cui il bitume schiumato dimezza il proprio volume ( $\geq 15$ );

Questi due parametri saranno sempre verificabili durante la lavorazione a mezzo dell'apposito ugello di test di cui deve essere dotata la riciclatrice.

c) Cemento

E' da considerarsi un additivo catalizzatore di processo, importante per regolare i tempi di maturazione della miscela ed eliminare –tramite il suo processo di idratazione- l'acqua di compattazione; costituisce inoltre un integratore della frazione fine.

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5N, dei seguenti tipi:

CEM I – cemento Portland

CEM III – cemento d'altoforno;

CEM IV – cemento pozzolanico.

d) Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

#### **4.5.2 Studio della Miscela**

La miscela finale sarà costituita dal materiale preesistente fresato, eventuali aggregati d'integrazione, bitume schiumato, cemento ed acqua.

La curva di progetto e le giuste quantità degli altri componenti verranno determinati in base ad uno studio di ottimizzazione, a carico dell'Impresa Appaltatrice, eseguito da un laboratorio specificatamente attrezzato.

In particolare il laboratorio deve provvedere a:

Caratterizzare il fresato mediante la determinazione della curva granulometrica (UNI EN 933-1) e dell'umidità (UNI CEN ISO/TS 17892-1);

Stabilire la curva granulometrica ottimale in base alle prescrizioni di cui al punto 6.1.2a) prevedendo eventualmente l'aggiunta alla miscela di aggregati d'integrazione;

Determinare le percentuali ottimali di acqua aggiunta, bitume e cemento.

Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli aggregati) di bitume, cemento ed acqua, come indicato nella tabella seguente costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova: diametro 150mm, numero giri 180.

I provini devono subire una maturazione a 40 °C per 24h, 48h e 72h e successivamente testati mediante prova di resistenza a trazione indiretta, dopo condizionamento per 4 ore in forno a 25 °C.

I provini sottoposti a maturazione devono fornire:

dopo 24 ore a 25° C : Resistenza a trazione diametrale  $R_t$  (N/mm<sup>2</sup>): > 0,20

dopo 72 ore a 40° C: Resistenza a trazione diametrale  $R_t$  (N/mm<sup>2</sup>): > 0,40

I provini sottoposti a maturazione di 72 ore e dopo immersione in acqua per 1 ora devono fornire:

Perdita di resistenza a trazione indiretta : < 30%

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei tratti di  $\pm 10\%$  per gli aggregati riciclati, di  $\pm 5\%$  per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale di bitume (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,30\%$ .

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

#### ***4.5.3 Confezionamento e posa in opera delle miscele***

I Il riciclaggio a freddo con bitume schiumato dovrà essere realizzato mediante rigenerazione in sito della pavimentazione esistente in granulari e conglomerato bituminoso (interventi di manutenzione) ovvero mediante stabilizzazione in sito di materiale prefresato steso in idoneo spessore costante (interventi di nuova costruzione o di ricostruzione con consolidamento profondo), tramite unità semovente articolata computerizzata di riciclaggio che con avanzamento uniforme esegua contemporaneamente:

la fresatura della pavimentazione esistente ovvero la miscelazione del materiale prefresato steso a terra fino ad una larghezza max di 4.20 m e per lo spessore previsto in progetto;

l'omogeneizzazione del materiale con aggiunta dei nuovi leganti (bitume schiumato e cemento) e dell'acqua necessaria al costipamento;

la stesa in unico strato e l'uniforme precompattazione della miscela riciclata, da effettuarsi con banco vibrante secondo sagoma e quote prestabilite.

L'aggiunta di idoneo bitume sotto forma di schiuma deve essere regolata e controllata da computer che ne assicuri il corretto dosaggio (di norma il 2.5-3.5%) in funzione della velocità di avanzamento della riciclatrice e delle sue eventuali variazioni.

Contemporaneamente al bitume deve essere aggiunto il cemento Portland 32.5 R (di norma il 1.5-2.5%), sotto forma di slurry (boiaccia) prodotto da apposito mescolatore continuo computerizzato o in alternativa in forma di polvere posata direttamente sulla pavimentazione con macchina "spandicalce" che ne permetta il corretto dosaggio.

La compattazione iniziale –a tergo del banco di stesa- sarà effettuata con rullo liscio monotamburo vibrante a diverse ampiezze con energia minima di 400 kN dotato di sistema di controllo computerizzato della compattazione; seguirà poi un rullo liscio tandem da 14 ton vibrante a diverse ampiezze ovvero un rullo gommato o combinato (gomma/ferro) per la finitura superficiale dello strato riciclato.

Le lavorazioni di riciclaggio a freddo dovranno essere sospese con temperatura dell'inerte inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare il raggiungimento delle prestazioni minime richieste su miscela e strato finito.

La lavorazione consente già al termine delle operazioni di compattazione una immediata apertura dello strato al traffico di cantiere e –in caso di emergenza e per breve periodo anche al traffico normale; autorizzazione al transito ed eventuali limitazioni dovranno comunque essere disposte dalla Direzione Lavori.

#### **4.5.4 Controlli in corso d'opera**

Durante la realizzazione del riciclaggio è previsto il prelievo di campioni di miscela dalla finitrice per la determinazione delle seguenti caratteristiche:

- curva granulometrica;
- percentuale di cemento;
- percentuale di bitume;
- la percentuale d'acqua (acqua di costipamento);
- resistenza a trazione indiretta dopo 1 giorno di maturazione a 25° C su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- resistenza a trazione indiretta dopo 3 giorni di maturazione a 40° C su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- la densità secca su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- modulo di deformazione mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.

Tali controlli hanno cadenza giornaliera o comunque secondo indicazioni della D.L. e vengono eseguiti mediante l'impiego di un laboratorio mobile che garantisce l'immediatezza dei risultati.

Con riferimento alla percentuale del bitume aggiunto saranno ammesse variazioni del  $\pm 0.5\%$  rispetto al dosaggio di progetto (derivato dallo studio su campo prove). Sulla percentuale di acqua saranno tollerate variazioni di  $\pm 1\%$ . Con riferimento alla granulometria degli aggregati della miscela riciclata, saranno ammesse variazioni rispetto alla curva di progetto fino ad un massimo del  $\pm 10\%$  per l'aggregato grosso e fino ad un massimo del  $\pm 7\%$  per l'aggregato fino, purché comunque rientranti nel fuso delle granulometrie ammissibili.

Il mancato rispetto delle tolleranze sopra citate comporterà l'applicazione delle penali per l'Impresa solo qualora le resistenze meccaniche misurate sui provini confezionati con dette miscele (trazione indiretta a 1 giorno e a 3 giorni) risultino inferiori ai limiti di accettazione.

#### **4.5.5 Controlli sullo strato finito**

Sullo strato di riciclato verranno eseguiti, carotaggi meccanici per un controllo diretto delle condizioni di addensamento e degli spessori. Dovranno ottenersi valori di densità non inferiori al 97% dei valori ottenuti sui corrispondenti provini confezionati mediante compattazione giratoria.

## **5 CONGLOMERATI BITUMINOSI**

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori la documentazione dimostrante la marcatura CE dei conglomerati bituminosi secondo la direttiva 89/106/CEE concernente i prodotti da costruzione e relative Norme armonizzate

Pertanto dovrà fornire:

“Documento di Prestazione”, predisposta dal produttore dei conglomerati bituminosi;

“Certificato di Controllo della Produzione di Fabbrica”, in conformità agli allegati ZA delle norme specifiche, rilasciato dall'Organismo notificato a seguito verifica ispettiva;

“Etichetta CE” predisposta dal produttore, in accompagnamento ad ogni consegna (carico) di conglomerato bituminoso,.

Dovrà altresì fornire la formula d'impasto ottimizzata e la corrispondente composizione e relative caratteristiche del conglomerato prodotto, comprovando con certificati di laboratorio la rispondenza della composizione stessa ai requisiti prescritti; la Direzione Lavori può richiedere una ulteriore messa appunto della composizione, fino al raggiungimento di risultati completamente soddisfacenti.

Una volta accettata la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà attenersi ad essa rigorosamente. L'approvazione della composizione proposta non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore in merito al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.



## **5.1 CONGLOMERATO BITUMINOSO DI COLLEGAMENTO E DI USURA**

Il conglomerato utilizzato per la realizzazione degli strati superficiali (binder ed usura) è costituito da una miscela di aggregati, esclusivamente di frantumazione, e additivo (in accordo a quanto previsto nella Norma UNI EN 13043 “*Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico*”). Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 “*Specifiche per i bitumi per usi stradali*”), previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e metallici lisci.

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati dovranno essere identificati, qualificati ed accettati in conformità alle Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14.01.2008 e s.m.i.).

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L'Impresa dovrà fornire alla DL la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti generali di seguito indicati.

### **5.1.1 Aggregati**

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.

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

UNI EN 932-3 “Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata”;

Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;

Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 “*Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico*”.

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 da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. Potrà, inoltre, essere costituito da elementi lapidei di provenienza o natura petrografica diversificata, purché le prove di caratterizzazione ed accettazione, eseguite sulle frazioni di aggregato che si intende impiegare, attestino il rispetto dei seguenti requisiti:

per strati di collegamento (binder):

- 1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 2) la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2 “Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione”, deve essere inferiore al 25% (LA25);
- 3) affinità tra aggregato e bitume determinata secondo la Norma UNI EN 12697-11 parte A (metodo della bottiglia rotante) superiore al 95%
- 4) 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 (F1);
- 5) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, inferiore all'1%;
- 6) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-4, deve essere inferiore a 20 (categoria SI20);
- 7) l'indice di appiattimento, secondo la UNI EN 933-3, deve essere inferiore al 17 (categoria FI20);
- 8) Potrà essere usato conglomerato bituminoso di recupero (fresato) , previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere, nella misura e nelle modalità previste dalle Norme della serie 13108.
- 9) La percentuale in peso di materiale fresato riferite al totale della miscela di aggregati non potrà superare il 15% e sarà dipendente dalle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'Impresa di gestire il processo.
- 10) La percentuale di conglomerato fresato da impiegare e le caratteristiche dell'impianto di produzione andranno obbligatoriamente dichiarati nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori per definire i parametri di riferimento.

per strati di usura:

- 1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 2) la perdita in peso alla prova Los Angeles, UNI EN 1097-2 “Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione”, deve essere inferiore al 18% (LA20); nel caso di esecuzioni in ambiente montano il valore potrà essere inferiore al 20% (LA20);
- 3) affinità tra aggregato e bitume determinata secondo la Norma UNI EN 12697-11 parte A (metodo della bottiglia rotante) superiore al 95%;
- 4) 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 (F1);
- 5) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, inferiore all'1%;
- 6) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 15 (SI15);
- 7) l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 12% (FI15);
- 8) il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 0,45 (PSV50);

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 30% del totale, dovrà contenere nella frazione più grossa, aggregati di natura basaltica, porfirica o, in generale, di natura vulcanico effusiva; saranno ritenuti idonei anche aggregati industriali provenienti dalla frantumazione di scorie di forno elettrico purché accompagnati da opportuna documentazione comprovante la rispondenza dei requisiti necessari al loro riutilizzo in linea con la vigente legislazione. Non è

ammessa l'aggiunta di conglomerato fresato indipendentemente dalla qualità dei materiali rimossi.

**L'aggregato fino** (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

1) la prova Los Angeles, secondo Norma UNI EN 1097-2, eseguita sul granulato da cui provengono le sabbie naturali utilizzate nella miscela, deve dare una perdita in peso non superiore al 25% (LA<sub>25</sub>). Per lo strato di collegamento e non superiore al 18% LA<sub>20</sub> per lo strato di usura;

2) l'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, dovrà essere non inferiore al 60% per lo strato di collegamento ed all'80% per lo strato di usura;

Gli **additivi** (filler), provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree ovvero costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- essere completamente passanti al setaccio 2 mm della serie UNI EN 13043;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 90.
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 85.
- essere costituiti da materiale non plastico (Limite Plastico e Indice di Plasticità non determinabili).

### 5.1.2 Legante.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591 “*Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali*”, per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base.

### 5.1.3 Miscela

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE 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 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

Strato di collegamento (binder)

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

SERIE SETACCI		PASSANTE IN PESO
Setaccio	25	100
Setaccio	20	88 – 100
Setaccio	16	75 – 92
Setaccio	12.5	61 – 83
Setaccio	8	48 – 71
Setaccio	4	32–56

Setaccio	2	20–45
Setaccio	1	14–36
setaccio	0.5	9 – 27
setaccio	0.25	6 – 19
Setaccio	0.063	4 – 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% in peso, sul peso del conglomerato.

Per strati di collegamento destinati all'apertura temporanea al traffico come strati di rotolamento si dovranno prevedere curve prossime al limite superiore del fuso allo scopo di ottenere la maggior chiusura del conglomerato in termini di addensamento.

La composizione adottata dovrà essere: resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti

requisiti del misto GRANULARE BITUMATO	Unità di Misura	Valori	Norma di riferimento
stabilità Marshall eseguita a 60 ° C (75 colpi / faccia)	Kg	< 900	ASTM 1559/58
scorrimento (prova Marshall)	Compresa tra 1-4 mm		
percentuale di vuoti residui (dei provini Marshall)	Compresa tra 3- 7 %		
volume a vuoti residui a cilindratura ultimata	Compresa tra 3- 8 %		

Strato di usura:

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

SERIE SETACCI		PASSANTE IN PESO
Setaccio	12.5	100
Setaccio	8	74-100
Setaccio	4	43–68
Setaccio	2	25–45
Setaccio	1	19–33
setaccio	0.5	14-25
setaccio	0.25	10 – 19
Setaccio	0.063	5 – 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5,1% e il 5,8% in peso, sul peso del conglomerato e dovrà comunque identificarsi con quello risultante dallo studio di formulazione della miscela, soprattutto nel caso di utilizzo nella miscela degli aggregati di granella di scoria da forno elettrico

I valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto DG di provini addensati pressa giratoria; il numero di giri corrispondenti dovranno essere definiti assieme al numero massimo di giri nello studio presentato dall'Impresa.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari non dovrà superare l'80%.

La composizione adottata dovrà essere:

resistenza meccanica elevatissima;  
sufficiente flessibilità;  
elevata compattezza;  
elevatissima resistenza all'usura superficiale;  
sufficiente ruvidezza e stabilità nel tempo.

il conglomerato bituminoso dovrà avere i seguenti requisiti:

requisiti del CONGLOMERATO BITUMINOSO	Unità di Misura	Valori	Norma di riferimento
stabilità Marshall eseguita a 60 ° C (75 colpi / faccia)	Kg	< 1000	ASTM 1559/58
rigidezza Marshall (rapporto tra stabilità e scorrimento)	Kg/mm	> 250	
scorrimento (prova Marshall)	Compresa tra 1-3,5 mm		
percentuale di vuoti residui (dei provini Marshall)	Compresa tra 3- 6 %		
volume a vuoti residui a cilindratura ultimata	Compresa tra 4- 8 %		
rugosità superficiale (con apparecchio “Skid-Tester”dopo 15 gg apertura al traffico)	Temperatura di riferimento 18° C		
superficie pulita e bagnata	Carreggiata		> ogni punto a 50
	Banchine di sosta		> ogni punto a 45

#### 5.1.4 Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti sempre dalla Direzione Lavori.

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

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. 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. La finitrice dovrà procedere ad una velocità tale da garantire una compattazione iniziale tale da permettere all'azione dei rulli compattatori di raggiungere l'addensamento richiesto dello strato; indicativamente la finitrice non dovrà procedere ad una velocità superiore a 6-7 m/min e comunque tale da non compromettere la finitura superficiale dello strato con formazione di striature e/o vespai.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, e se richiesto dalla direzione lavori per quei tratti stradali ove sia possibile mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 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 asportazione della parte terminale di azzeramento.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C. per bitumi tradizionali, di 150° C se si utilizzano bitumi modificati e 160° C per conglomerati bituminosi alto modulo.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Dovranno essere disponibili in qualsiasi momento almeno un rullo tandem a ruote metalliche, dal peso minimo di 10 t e non superiore a 14 t, ed un rullo gommato.

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

La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Le miscele saranno stese dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio mediante motoscopa (ed eventuale lavaggio) e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa acida al 55% (C 55 B 4), scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di 500 gr/m<sup>2</sup>. La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa, al termine della quale l'Impresa avrà cura di trattare la superficie di posa con filler per impedire agli automezzi di cantiere di trascinare il legante nel percorso di ritorno;

- la stesa sarà sempre effettuata in singolo strato e non potrà essere sovrapposta a strati eseguiti nella medesima giornata di lavoro; pertanto, l'applicazione di una mano di ancoraggio in emulsione bituminosa dovrà essere prevista sia prima della stesa del binder, come anche prima della stesa dello strato di usura;

La superficie dello strato di usura, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di dimensioni diversificate.

### **5.1.5 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; pertanto per ogni giornata di produzione è fatto carico

all'appaltatore il prelievo di un campione di conglomerato sfuso, da effettuarsi durante la stesa, per ogni tipo di materiale messo in opera. Il prelievo andrà fatto in contraddittorio con un rappresentante della Stazione Appaltante. Apposito contenitore, oltreché il personale necessario ad effettuare il prelievo sarà messo a disposizione da parte dell'Appaltatore.

Gli oneri delle attività di cui sopra sono da intendersi compensati all'interno delle spese generali applicate dall'Appaltatore in fase di offerta.

Per ogni campione andrà compilato e sottoscritto apposito verbale messo a disposizione dalla Stazione Appaltante.

Ove personale della Stazione Appaltante, anche se previamente avvisato, non potesse presenziare, l'Appaltatore dovrà comunque procedere con il prelievo del materiale di cui sopra, mettendolo a disposizione, il giorno successivo.

Il campione così prelevato sarà inteso come esemplare rappresentativo della produzione giornaliera per tipologia di materiale.

In conseguenza, la massa volumica accertata in tale campione sfuso si intende senz'altro accettata da tutte le parti e costituirà elemento di riferimento per le successive carote prelevate in stesa e per i parametri .

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.

#### **5.1.6 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Al termine della compattazione lo strato di collegamento, dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% della densità giratoria di progetto  $D_p$  dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. 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.

Per lo strato di usura dovranno, inoltre, essere verificate le seguenti prescrizioni:

1) dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% della densità giratoria di progetto  $D_p$  dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa.

2) Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucchiolenza 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, sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,55; soddisfacente, per valori compresi tra 0,40 e 0,55, in questo caso il conglomerato verrà penalizzato; insufficiente e quindi non accettabile per valori inferiori a 0,40.

3) 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 0,4 mm.

4) 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:  $IRI_{medio}/km$  1,2 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.

Come richiesto dall'art. 4.2.5, la superficie degli strati di collegamento e di usura 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 finita di ciascuno strato, 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 10% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.



## **5.2 CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIUSI ANTISDRUCCIOLO SMA (SPLITMASTIX ASPHALT)**

### **5.2.1 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, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, viene proposto in alternativa al drenante fonoassorbente per le maggiori possibilità di applicazione e per la più semplice manutenzione.

E' composto da una curva abbastanza discontinua i cui vuoti vengono però 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 stato 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.

### **5.2.2 Aggregati**

**Aggregato grosso** ( frazione > 2 mm. ) dovrà essere costituito da elementi granulari sani, duri di forma poliedrica, a spigoli vivi, provenienti esclusivamente da processo di frantumazione di rocce magmatico-effusive di tipo basaltico e porfirico o costituito da aggregati industriali quali scorie di forno elettrico così come previsto dalla norma UNI EN 13043 per gli aggregati 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.

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

- 1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 2) la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, deve essere inferiore al 18% (LA20);
- 3) il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 0,45 (PSV50);
- 4) 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 (F1);
- 5) il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, deve essere nullo;
- 6) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 15 (SI15);
- 7) l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 12% (FI15);

**Aggregato fino** ( frazione < 2 mm. ) L'aggregato fino, sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per la frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le caratteristiche sopra riportate

L'*equivalente in sabbia*, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, dovrà essere non inferiore al 80%.

**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:

Setaccio UNI	n° 0,42	passante in peso a secco	100 %
Setaccio UNI	n° 0,18	passante in peso a secco	95 %
Setaccio UNI	n° 0,075	passante in peso a secco	90 %

- più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n° 0,075 deve passare a tale setaccio anche a secco.

- nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

**5.2.3 Legante**

Il legante dovrà essere costituito da bitume semisolido per usi stradali, dovrà provenire dalla modifica di una base bituminosa attraverso l'aggiunta di un agente o compound modificante elastomerico di tipo stirene butadiene stirene (SBS). Il legante così ottenuto al termine del processo di maturazione dovrà presentarsi stabile nel tempo e con un ampio intervallo di elastoplasticità.

Il tenore di bitume, sarà compreso tra il 5,5 – 7,5 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale.

Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

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

Il conglomerato per usura antisdrucchiolo SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti nella tabella seguente:

requisiti del conglomerato per USURA ANTISDRUCCIOLO (SMA)	uni tà di misura	Valori	Norma di riferimento
stabilità Marshall eseguita a 60 ° C (75 colpi / faccia)	Kg	> 1000	CNR-BU n° 30/73
rigidezza Marshall	Kg/mm	> 350	CNR-BU n° 30/73

massa vol. delle carote indist. rispetto provini Marshall	%	> 97	CNR-BU n° 40/73
percentuale di vuoti residui	%	2 -4	CNR-BU n° 39/73
resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25° C	Kg/cm <sup>2</sup>	> 6	CNR-BU n° 134/91
coefficiente di aderenza trasversale (15– 90gg.)	CAT	> 0,55	CNR-BU n° 147/92
macrorugosità superficiale ( 15 – 180 gg.)	HS	> 0.6	CNR-BU n° 94/83
Impronta con punzone da mmq. 500	mm	< 2	CNR-BU n° 136/91

#### 5.2.4 Miscela

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

	Passante in peso	
Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	SMA 12	SMA 8
Setaccio 12.5	100	-
Setaccio 10	81 -100	100
Setaccio 8	60 – 88	90 - 100
Setaccio 6.3	-	70 – 90
Setaccio 4	30 – 52	35 – 60
Setaccio 2	22 – 34	23 – 35
Setaccio 1	16 – 26	18 – 29
Setaccio 0, 5	11 – 21	13 – 23
Setaccio 0, 25	10 – 18	10 – 18
Setaccio 0, 063	8 - 14	8 - 14

Lo SMA12 andrà utilizzato per spessori compresi tra 3 e 5 cm; lo SMA8 per strati di 2÷3 cm.

Il conglomerato dovrà rispondere ai requisiti rappresentati nella tabella che segue dove i valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto  $D_G$  la quale viene determinata per un numero di giri da definire, assieme al numero massimo di giri, nello studio presentato dall'Impresa.

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31) <sup>(1)</sup>	
Parametri	Valore richiesto
Vuoti a $N_{10}$ = 10 rotazioni	10 ÷ 12%
Vuoti a $N_p$ (da definire nello studio della miscela)	1 ÷ 4%
Vuoti $N_{max}$ (da definire nello studio della miscela)	> 1%
Resistenza a trazione indiretta a 25° C <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	> 1,0 10 <sup>-3</sup> GPa
Sensibilità all'acqua <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-12)	≥ 80%
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-26)	Campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento
	≥ 4000 MPa - ≤ 5200 MPa

	<i>Campioni riscaldati in forno dopo prelievo</i>
	≥ 4500 MPa - ≤ 6000 MPa

### 5.2.5 *Controllo dei requisiti di accettazione*

Vedi 5.1.3 [Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali](#)

Con le eccezioni di seguito riportati:

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Per le percentuali di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quello progettuale superiore a  $\pm 0,3\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate dall'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

### 5.2.6 *Confezione e posa in opera delle miscele*

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 sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate di automatismi di autolivellamento. La finitrice dovrà procedere ad una velocità tale da garantire una compattazione iniziale tale da permettere all'azione dei rulli compattatori di raggiungere l'addensamento richiesto dello strato; indicativamente la finitrice non dovrà procedere ad una velocità superiore a 4-5 m/min e comunque tale da non compromettere la finitura superficiale dello strato con formazione di striature e/o vespai.

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 l'adesione delle due strisciate ove possibile. Quando questo non è possibile è indispensabile utilizzare un'emulsione cationica al 55% spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. 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. Il trasporto del conglomerato, dall'impianto fisso di confezionamento al cantiere di stesa, deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare il raffreddamento e la formazione di una crosta superficiale del conglomerato bituminoso.

La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve essere inferiore a 160° 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 5°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 dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione. Si avrà cura che il costipamento sia condotto con la tecnologia più adeguata utilizzando rulli compattatori a cilindri metallici del peso massimo di 14 ton. Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori. La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

### **5.2.7 controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

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

1) dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% della densità giratoria di progetto  $D_G$  dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa

2) Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucciolevolezza 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, 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.

3) 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.

4) 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:  $IRI_{medio}/km \leq 1,2$  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.

**In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi.**

L'uso di detti materiali anche in minima percentuale darà luogo alla rimozione completa ed in danno dell'Impresa delle lavorazioni fino a quel punto eseguite.

### **5.3 CONGLOMERATO BITUMINOSO ADDITIVATO CON GRANULATO DI GOMMA**

#### **5.3.1 Descrizione**

Il conglomerato per strati di usura additivato con granulati di gomma proveniente da macinazione di carcasse di pneumatico sarà utilizzato nei casi in cui sia necessario abbinare le caratteristiche di resistenza a fatica ed alle deformazioni permanenti con una riduzione del rumore di rotolamento generato dal traffico.

#### **5.3.2 Aggregati**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli aggregati da utilizzare nello strato di usura confezionato con bitume normale semisolido.

#### **5.3.3 Additivi derivati da pneumatici**

Gli additivi, derivati dal riciclaggio delle carcasse dei pneumatici dimessi, saranno prodotti per triturazione. La triturazione può avvenire in due modi: per via meccanica o per via criogenica.

Il granulato ottenuto denominato gomma granulata CRM (Crumb Rubber Modifier) o polverino di gomma PRM (Powdered Rubber Modifier) a seconda della pezzatura.

Una preliminare caratterizzazione della “qualità della gomma”, pertanto, può essere associata al suo assortimento granulometrico, alla struttura e alla dimensione delle particelle nonché alla loro natura, al livello di contaminazione da fibre tessili e metalliche.

Conseguentemente il granulato dovrà rientrare nel seguente fuso:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso
	BASE
Setaccio 1	100
Setaccio 0,5	62 – 84
Setaccio 0,25	5 – 25
Setaccio 0,063	0 - 5

Dovrà provenire da triturazione di gomma di pneumatico al 100% ed essere caratterizzato da assenza totale di contaminanti quali fibre tessili e metalliche.

#### **5.3.4 Processi di produzione della Miscela**

Le miscele bituminose con granulato di gomma potranno essere confezionate secondo due metodologie:

processo Wet che consiste nell'aggiungere la gomma, generalmente sotto forma di polverino, al bitume ottenendo così un legante modificato;

processo Dry che prevede l'uso sia del polverino che della gomma granulata in guisa di aggregato che integra l'inerte tradizionale, dando luogo a un conglomerato bituminoso additivato a caldo.

La quantità del granulato rappresenta una variabile determinante per le proprietà reologiche e meccaniche del prodotto finale in entrambi i processi e quindi andrà determinata in funzione dell'ottimizzazione del conglomerato nel corso dello studio preventivo del conglomerato bituminoso.

### 5.3.5 Miscela

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE 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 13108-1:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso previsto per gli strati di usura confezionato con bitume normale semisolido e definito per il conglomerato bituminoso tradizionale

La percentuale di legante, funzione della metodologia utilizzata, andrà definita dallo studio di formulazione della miscela.

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

<b>METODO MARSHALL</b> (Norma UNI EN 12697-30:2000)	
<b>Condizioni di prova</b>	<b>Valore richiesto</b>
Costipamento	75 colpi per faccia
<b>Parametri</b>	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	$\geq 11$ kN
Rigidezza	$1,5 \div 3,5$ kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	$3 \div 5$
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (UNI EN 12697-23)	$> 0,7 \cdot 10^{-3}$ GPa

Se si utilizza la procedura di studio delle miscele con pressa giratoria i valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto DG la quale viene determinata per un numero di giri da definire, assieme al numero massimo di giri, nello studio presentato dall'Impresa.

<b>METODO VOLUMETRICO</b> (Norma UNI EN 12697-31:2000)	
<b>Condizioni di prova</b>	<b>Valore richiesto</b>
Angolo di rotazione	$1,25^\circ \pm 0,02$
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 Kpa
Diametro del provino	150 mm
<b>Parametri</b>	
Vuoti a $N_{10} = 10$ rotazioni	$10 \div 15$
Vuoti a $N_p$ (da definire nello studio della miscela)	$3 \div 5$
Vuoti $N_{max}$ (da definire nello studio della miscela)	$> 2$

Sulla miscela definita con la pressa giratoria con provini confezionati alla densità giratoria di progetto DG dovrà essere determinato il modulo di rigidezza a 20° C (UNI EN 12697-26, All. C) il quale andrà a costituire il riferimento per i controlli nel corso della messa in opera.

### 5.3.6 Legante

Valgono le stesse prescrizioni per strato di usura confezionato con bitume normale semisolido.

Nel caso di produzione attraverso il processo Wet il legante dovrà presentare le seguenti caratteristiche, testate dopo stoccaggio per stabilizzarne le caratteristiche di almeno 45 minuti dalla produzione:

PROVA	U.M.	VALORE	NORMA
-------	------	--------	-------

Penetrazione a 25 °C	dmm	15 ÷ 25	UNI EN 1426:2002
Punto di rammollimento P.A.	°C	≥ 54	UNI EN 1427:2002
Viscosità dinamica a 175 °C	Pa·s	1.5 ÷ 5.0	UNI EN 13702-2:2004
■ valori dopo RTFOT (UNI EN 12607-1)			
penetrazione a 25° C	dmm	≥ 60	UNI EN 1426:2002
punto di rammollimento	ΔT (°C)	≤ 12	UNI EN 1427:2002

### 5.3.7 Controllo dei requisiti

Per lo studio della miscela, confezionamento , posa in opera , accettazione dei materiali e delle lavorazioni valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato bituminoso per strati di usura confezionati con bitume normale.

Inoltre, a discrezione della D.LL., potranno essere effettuate indagini fonometriche atte a determinare la riduzione del rumore di rotolamento alle frequenze comprese tra 1000 e 5000 Hz, la quale dovrà risultare superiore a 2,5 dB(A).



## 5.4 CONGLOMERATO AD ALTO MODULO

### 5.4.1 Descrizione

Il conglomerato bituminoso ad alto modulo rappresenta una valida risposta al fabbisogno di esistenza di pavimentazioni stradali interessate da elevato traffico veicolare, specie se questo è costituito da una significativa componente di veicoli commerciali.

Questo tipo di conglomerato è impiegato negli strati di base e di collegamento allo scopo di aumentare la resistenza/durata delle pavimentazioni sottoposte a notevoli carichi statici e dinamici.

Uno strato di conglomerato ad alto modulo è più rigido di uno strato di conglomerato tradizionale di pari spessore e nel contempo è dotato di una elevata resistenza alla fatica, dovuta in prevalenza all'impiego di un bitume modificato che conferisce alla miscela una elasticità sufficiente a ridurre la fessurabilità del conglomerato sottoposto a carichi ciclici.

Il conglomerato ad alto modulo è stato studiato essenzialmente per:

- sopportare i grossi carichi dinamici;
- minimizzare il rischio di deformazioni permanenti (ormaie);
- favorire la ripartizione dei carichi, riducendo i fenomeni di punzonamento;
- resistere maggiormente ai fenomeni di fatica e invecchiamento.

Uno studio adeguato della miscela accompagnato da una buona esecuzione in opera, possono consentire sensibili riduzioni degli spessori con notevoli risparmi sui costi di intervento.

### 5.4.2 Aggregati

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

**Strato bynder** quantità di frantumato =100 %

- 1) perdita in peso LOS ANGELES LA (CNR-BU n° 34/1973) < 22 %
- 2) se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 20%;
- 3) 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**

- 1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 2) la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, deve essere inferiore al 18% (LA<sub>20</sub>);
- 3) il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 0,45 (PSV<sub>50</sub>);

- 4) 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>);
- 5) il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, deve essere nullo;
- 6) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 15 (SI<sub>15</sub>);
- 7) l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 12% (FI<sub>15</sub>);

#### **Aggregato fino**

L'aggregato fino, di tutte le miscele sarà costituito da sabbie di frantumazione.

La sabbia sarà ricavata per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

- perdita in peso LOS ANGELES LA (CNR-BU n° 34/1973 Prova C) < 25 %
- equivalente in sabbia secondo la prova Norma UNI EN 933-8 > 80 % per tutti gli strati

#### **5.4.3 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:

All'analisi granulometrica (UNI EN 933-10) 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 aggregati 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.

#### **5.4.4 Legante**

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

PROVA	U.M.	VALORE	NORMA
Penetrazione a 25 °C	dmm	<b>20 ÷ 35</b>	UNI EN 1426
Punto di rammollimento P.A.	°C	<b>60 ÷ 100</b>	UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	°C	<b>≤ -16</b>	UNI EN 12593
Viscosità dinamica a 100 °C (SPDL 07)	Pa·s	<b>&gt; 60</b>	UNI EN 13302-2
Viscosità dinamica a 160 °C (SPDL 21)	Pa·s	<b>&gt; 0.6</b>	UNI EN 13302-2
Ritorno elastico a 25°C	%	<b>&gt; 90</b>	UNI EN 13398
scostamenti dopo prova "tuben test" (UNI EN 13399)			
penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	<b>&lt; 5.0</b>	UNI EN 1426
punto di rammollimento	ΔT (°C)	<b>&lt; 3.0</b>	UNI EN 1427

#### 5.4.5 Miscela

La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere di volta in volta oggetto di studio approfondito, sottoponendo i campioni di laboratorio a deformazioni imposte e a cicli di carico.

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE 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 13108-1 e UNI EN 13108-5 a seconda dello strato al quale sono destinate. 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:

<i>Setacci ISO 565</i> (serie base + gruppo 2)		<i>Passante in peso</i>	
	<b>BASE</b>	<b>BINDER</b>	<b>USURA SMA</b>
Setaccio 32	100	-	
Setaccio 20	90 - 100	100	
Setaccio 16	80 - 100	83 - 100	
Setaccio 12.5	62 - 90	72 - 92	100
Setaccio 8	45 - 68	56 - 77	60 - 88
Setaccio 4	32 - 50	37 - 57	30 - 52
Setaccio 2	20 - 36	27 - 40	22 - 34
Setaccio 1	16 - 29	20 - 33	16 - 26
Setaccio 0, 5	13 - 22	14 - 26	11 - 21
Setaccio 0, 25	10 - 17	10 - 19	10 - 18
Setaccio 0, 063	6 - 12	6 - 12	8 - 14

**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 aggregati, 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 eseguito secondo il metodo volumetrico.

<b>METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31) (1)</b>	
<i><b>Parametri</b></i>	<i><b>Valore richiesto</b></i>
Vuoti a <b>N10</b> = 10 rotazioni	10 ÷ 12%
Vuoti a <b>Np</b> (da definire nello studio della miscela)	1 ÷ 4%
Vuoti <b>Nmax</b> (da definire nello studio della miscela)	> 1%
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (2) (UNI EN 12697-23)	> 1,3 10 <sup>-3</sup> GPa
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) (2) (UNI EN 12697-26)	<i>Campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento</i>
	≥ 7000 MPa - ≤ 9500 MPa
	<i>Campioni riscaldati in forno dopo prelievo</i>

$\geq 8000 \text{ MPa} - \leq 10500 \text{ MPa}$
--

#### **5.4.6 Studio della miscela**

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 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.

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. A tal proposito si segnala la necessità di comporre la miscela ottimale in modo che essa possa rispondere in opera sia alle richieste relative alla percentuale di vuoti quanto al grado di addensamento.

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:

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

#### **5.4.7 Confezione e posa in opera delle miscele**

Vedi 5.1.4 con la sola eccezione di seguito riportata:

La compattazione dei conglomerati dovrà essere realizzata possibilmente con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in azione subito dietro alla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il rullo a pneumatici dovrà avere carico per ruota superiore a 2 t. e carico totale non inferiore a 18 t..

Potrà essere utilizzato il rullo tandem a ruote metalliche con peso minimo di 10 t. solo per le operazioni superficiale e dei giunti.

Lo spessore minimo del conglomerato ad alto modulo complesso dipende dalle valutazioni del progettista, tuttavia per il fuso A si può suggerire uno spessore minimo non inferiore a 12 - 14 cm, mentre per il fuso B lo spessore minimo sarà non inferiore a 8 - 10 cm..

## **5.5 CONGLOMERATO BITUMINOSO PRESTAZIONALE ADDITIVATO CON POLIMERI SBR/NR**

Progettazione miscela ottimale (mix-design) 1,5 % in peso di polimero

La progettazione della miscela ottimale sarà esclusivamente a carico dell'Amministrazione committente, la quale, in base alle prestazioni previste in progetto, provvederà a incaricare un laboratorio accreditato presso la stessa Amministrazione per lo sviluppo del mix-design specifico.

La miscela degli aggregati e polimeri SBR da adottarsi per lo strato d'usura, dovrà soddisfare i parametri definiti nello studio del mix-design. In ogni caso, la dimensione dell'aggregato grosso sarà in funzione dello spessore dello strato compattato previsto in progetto.

### **5.5.1 Aggregati**

#### ***Aggregato grosso***

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR BU n. 34 del 28.3.1973) inferiore od uguale al 25% in peso.

La quantità di frantumato dovrà essere del 100%.

La porosità (CNR BU n. 65 del 18.05.1978) dovrà essere  $\leq 1,5\%$ .

Il coefficiente di imbibizione (CNR fasc. IV/1953) dovrà essere inferiore a 0,015.

L'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nella Norma CNR fasc. IV/1953.

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" dovranno essere inferiori od uguali a 3 ed a 1,58 (CNR BU n. 95 del 31.01.84).

L'indice di forma "If" e di appiattimento "Ia" dovranno essere inferiori od uguali a 15 ed a 20 (CNR B.U. n. 95 del 31.01.84).

Il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) dovrà essere maggiore di 0,39 (CNR BU n. 140 del 15.10.1992).

La sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980) dovrà essere  $\leq 20\%$

Lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale impiego di "dopes" di adesione) dovrà essere 0% (CNR B.U. n. 138/92).

Gli aggregati da utilizzarsi saranno di qualsiasi natura, facilitando l'utilizzo di inerti locali, senza particolari caratteristiche fisico-meccaniche; sarà il polimero SBR che conferirà le caratteristiche prestazionali sopra dette

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (rapidi decadimenti di CAT scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità col bitume ed altro) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

#### ***Aggregato fino***

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta di volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall che si intendono raggiungere comunque non dovrà essere inferiore al 70 % della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova “Los Angeles” (CNR BU n. 34 del 28.3.73 - Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR BU n. 27 del 30.3.1972) dovrà essere superiore od uguale a 70. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere  $\geq 40$ .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 0,43.

La percentuale della sabbia proveniente da frantumazione rispetto a quella naturale di fiume, non dovrà mai essere inferiore al 90% nella miscela delle due sabbie.

#### **5.5.2 Filler (Additivi minerali )**

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

potere rigidificante: (con un rapporto filler / bitume pari a 1,5) il  $\Delta$  PA dovrà essere  $\geq 5$  C (CNR B.U. n°122 del 20.1.88);

vuoti Ridgen valore compreso fra 30 e 45, CNR B.U. n° 123 del 27.1.88.

alla prova CNR B.U. n° 75 del 08.04.1980 i passanti in peso dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNI 0,40 mm	Passante in peso per via umida 100%
Setaccio UNI 0,18 mm	Passante in peso per via umida 90%
Setaccio UNI 0,075 mm	Passante in peso per via umida 80%

della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.

L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

#### **5.5.3 Additivi polimerici**

Gli additivi polimerici elastomerici (tipo SBR/NR), saranno forniti in granuli ed in qualità di “materia prima”, accompagnati da certificazioni di prodotto.

La percentuale è 1,5% ;

La granulometria sarà variabile in funzione dell'ottimizzazione dei componenti della miscela prevista nel mix design.

Dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

contenuto di altri inquinanti complessivamente  $\leq 0,05\%$  in peso

assenza di polimeri di composizione chimica diversa dagli elastomerici.

#### 5.5.4 Fibre sintetiche

Le fibre sintetiche, utilizzabili come addensanti e stabilizzanti, saranno forniti sotto forma di microfibre in granuli compressi, opportunamente polverizzate prima della loro immissione nella miscela.

La percentuale sarà variabile in funzione dell'ottimizzazione dei componenti della miscela prevista nel mix design per la tipologia di conglomerato prestazionale che si vuole realizzare.

#### 5.5.5 Legante

La quantità di bitume nel conglomerato dovrà essere quella ricavata dallo Studio Ottimale Preliminare (Mix Design), in funzione della quantità e della granulometria del polimero, tale da garantire le massime prestazioni alla miscela.

Il conglomerato bituminoso destinato allo strato di collegamento tradizionale avrà i seguenti requisiti:

Stabilità Marshall eseguita a 60° C (75 colpi/faccia) (CNR BU n° 30/73)	kg	>1100
Rigidezza Marshall	kg/m m	>200
Percentuale di vuoti residui su provini Marshall (CNR BU n° 39-40)	%	3 - 5
Percentuale di vuoti residui a rullatura terminata (CNR BU n° 39-40)	%	3 - 6
Grado di addensamento	%	> = 98
Resistenza a trazione indiretta - provini Marshall (CNR BU n° 134)	kg/cm 2	>7
Resistenza a trazione indiretta - provini confezionati con compattatore giratorio secondo UNI EN 12697/31	kg/cm 2	>7
Coefficiente di aderenza trasversale (misurato con apparecchio portatile a pendolo) secondo CNR BU n° 105		
Strato appena finito	BPN	> 65
A due mesi dalla stesa	BPN	> 60
Capacità fonoassorbente: riduzione del livello sonoro alle frequenze di 1000 Hz e 5000 Hz	dB	> 3

## **5.6 ALTRI INTERVENTI SPECIALI CON BITUME MODIFICATO**

### **5.6.1 Riparazione piccole superfici e risagomatura delle ormaie**

La riparazione di piccole e circoscritte superfici di pavimentazione ammalorata più o meno diffuse nell'ambito della stessa carreggiata, sarà effettuata con interventi limitati ai punti ammalorati secondo esplicita richiesta della D.L..

In particolare dovranno essere impiegate squadre di lavoro attrezzate con frese, finitrici e rulli di idonee dimensioni per essere facilmente trasportate con carrellone ed in grado di realizzare il lavoro a perfetta regola d'arte.

In corrispondenza di fenomeni deformativi visco-plastici (ormaie) particolarmente evidenti, andrà prevista prima della realizzazione del nuovo tappeto di usura la fresatura dell'eccesso superficiale abbinata alla stesa di un micro tappeto in conglomerato bituminoso a caldo, avente la funzione di risagomare il piano viabile deformato.

Le caratteristiche ed i requisiti di accettazione dei materiali inerti e dei leganti costituenti la miscela, come pure le prescrizioni per la formazione, la confezione e la posa in opera delle miscele, saranno in tutto conformi a quanto già specificato nei paragrafi precedenti.

### **5.6.2 Sigillatura di lesioni o giunti di strisciata**

Gli interventi di sigillatura per chiudere le lesioni o le microlesioni presenti sulla pavimentazione longitudinalmente o trasversalmente dovranno essere effettuati tempestivamente in modo da bloccare o contenere il fenomeno di rottura appena questo si manifesta, evitando così la veloce degradazione del tappeto, soprattutto nei casi di distacco del giunto longitudinale di strisciata.

Se le lesioni sono molto diffuse la D.L. dovrà effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo.

### **5.6.3 Sigillatura delle lesioni eseguite con emulsione e sabbia**

Le sigillature dovranno essere realizzate con emulsione modificata e sabbia umida con granulometria continua da 0 a 5 mm.

L'emulsione verrà distribuita con apposite vaschette dotate di ugello distributore o con attrezzature simili, previa soffiatura con aria compressa delle lesioni da sigillare.

Seguirà lo spandimento della sabbia fino ad intasamento. Successivamente dovrà essere spazzata via la sabbia in eccesso.

Questo tipo di intervento può essere anche richiesto prima della stesa di un tappeto di rafforzamento quando il supporto presenta lesione superficiali tali che non risulta conveniente realizzare interventi di sostituzione totale dello stesso supporto.



#### ***5.6.4 Sigillatura delle lesioni della pavimentazione eseguita con bitume modificato e lancia termica***

La sigillatura delle lesioni delle pavimentazioni eseguita con bitumi modificati colati a caldo dovrà essere effettuata con idonee attrezzature in grado di effettuare operazioni di pulitura delle stesse lesioni per tutta la profondità, riscaldamento delle pareti e colatura del sigillante fino alla loro completa otturazione.

In particolare queste attrezzature devono essere costituite da un idoneo compressore che attraverso una lancia munita di un dispositivo di riscaldamento, eroga aria calda a 1.000°C ed alla velocità superiore a 300 m/sec e una caldaia munita di sistema di riscaldamento regolabile capace di mantenere costante la temperatura del prodotto. Con il getto di aria calda immesso nelle fessure per mezzo della lancia termica si dovrà procedere alla perfetta e profonda pulitura della lesione, alla eliminazione di eventuali tracce di umidità e riscaldamento delle pareti ad una temperatura intorno a 80° C.

Il sigillante sarà bitume modificato con le caratteristiche minime previste in TABELLA 1, (una gradazione 50/70-65), uniformemente riscaldato alla temperatura di consistenza fluida.

Verrà poi versato con apposito dispositivo nell'interno della lesione fino alla sua completa otturazione, assicurando la saturazione di eventuali microlesioni superficiali ai bordi della stessa lesione con la creazione di una striscia continua della larghezza variabile da 2 a 3 cm. e profonda da 5 a 10 cm..

## **6 GEOGRIGLIE E GEOTESSUTI PER RINFORZO MANTI BITUMINOSI**

### **6.1.1 Geogriglia**

La geogriglia prebitumata, va sempre posta fra due strati di conglomerato bituminoso.

La base d'appoggio deve essere piana e ben pulita, rimuovendo polvere, macchie d'olio e riempiendo le fessure di larghezza superiore a 3 cm., irregolarità più accentuate dovranno essere eliminate tramite fresatura o ricarica d riprofilatura (le scanalature di fresatura non dovranno essere più profonde di 1 cm.).

Su tale base va spruzzata una mano di attacco di non meno di 700/1000 g/mq. di emulsione cationica al 70% di residuo secco di bitume (bitume modificato con SBS) a secondo del tipo di manto stradale concordato con la D.L..

Contemporaneamente si procede alla stesa della geogriglia, avendo cura che risulti sempre aderente alla base di appoggio e senza pieghe. I sormonti fra teli contigui dovranno essere di 7/10 cm. lungo i bordi laterali e di 15 cm. sulle teste (naturalmente i teli vanno srotolati lungo l'asse della strada o comunque nella stessa direzione di lavoro della finitrice).

I teli vanno fissati, ad inizio rotolo, con chiodi a testa larga o con cavallotti (nel caso non si potesse perforare il manto sottostante , si può ricorrere allo zavorramento con cumuli di conglomerato bituminoso).

Al fine di evitare sollevamenti, pieghe ed ondulazioni durante i successivi passaggi dei mezzi d'opera e della finitrice, la geogriglia, una volta srotolata, deve essere pretensionata mediante una barra passante attraverso le maglie di fine rotolo e collegata ad un argano o ad un mezzo d'opera. Tale tensione dovrebbe provocare un allungamento del 0,2% (200 mm. su 100 m.).

Così ben tesa e piana la geogriglia dovrà essere fissata con chiodi ( o zavorrata con conglomerato) anche nella parte terminale e lungo i fianchi.

Per evitare fenomeni di distacco della geogriglia al contatto con i pneumatici dei mezzi d'opera, bisogna fillerizzare la superficie o spargere della graniglia con l'apposita spanditrice e tenere a portata di mano del cemento in polvere da usare in caso di piccoli distacchi.

In ogni caso la stesa dello strato sovrastante non deve essere fatta prima che siano passate almeno 5 (cinque) ore dalla spruzzatura dell'emulsione cationica e comunque non prima che la geogriglia si sia ben incollata allo strato di asfalto.

Si procede quindi alla stesa dello strato sovrastante di conglomerato, con le usuali tecniche, tenendo presente che lo stesso deve essere effettuato in due tempi.

Si provvederà alla stesura di un primo strato di 4 (quattro) centimetri e successivamente allo strato di usura di 3 (tre) centimetri.

Mezzi d'opera e finitrice dovranno circolare, sopra la geogriglia, con la massima regolarità e molto lentamente.

## CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA GEORETE:

- Peso	g. / mq.	340 ~
Resistenza a trazione		
- Longitudinale	Kn / m	60
- trasversale	Kn / m	54
Allungamenti a rottura		
- Longitudinale	%	12,5
- trasversale	%	14,0
- punto di rammollimento	C°	235
- punto di fusione	C°	250
- dimensioni maglie	mm.	30 x 30
dimensioni rotoli	m.	2,2 / 3,7 x 100

### 6.1.2 Rete in fibra di vetro

La rete in fibra di vetro autoadesiva, le cui caratteristiche sono specificate nella voce di capitolato, va posta in opera tra due strati di conglomerato bituminoso.

Si provvederà alla stesura di uno strato di circa 3 cm. su cui verrà stesa la rete, con opportuno automezzo, controllando la perfetta adesione della stessa al conglomerato.

Si provvederà quindi alla stesura di uno strato di conglomerato bituminoso di **almeno 7 cm.** secondo le modalità solite.

I sormonti della rete devono essere di almeno 7 / 10 cm. lungo i bordi laterali e di circa 15 cm. sulle teste.

### 6.1.3 Geotessile a filo continuo spunbonded

La fornitura e posa in opera di geotessile “non tessuto”, costituito da 100% polipropilene a filo continuo spunbonded, coesionato mediante il sistema dell’agugliatura meccanica.

Il Geotessile dovrà essere quindi ottenuto direttamente dall’estrusione del polimero, con successiva filatura, agugliatura e confezionamento su di un unico impianto.

Viene escluso l’utilizzo di collanti, resine, altri additivi chimici e/o processi di termofusione.

Il geotessile ottenuto non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, resistere agli agenti chimici, alle cementazioni naturali, imputrescibile ed atossico, avere buona resistenza alle alte temperature, resistente ai raggi UV e isotropo.

Il geotessuto avrà la stessa modalità di posa della geogriglia.

## CARATTERISTICHE TECNICHE DEL GEOTESSILE A FILO CONTINUO SPUNBONDED:

- massa areica	max 150gr/mq	EN 965 ~
- coefficiente di variazione	< 10	
- spessore (sotto carico 2 Kpa)	1,40 mm	EN 964/1
- resistenza a trazione	9 KN/m%	EN ISO

		10319
- allungamento massimo a trazione	< 80%	EN ISO 10319
- allungamento al 30% dello sforzo	> 20%	EN ISO 10319
- resistenza a trazione GRAB	530 N	ASTM D 5432
- allungamento a trazione GRAB	≥ 50%	
- punto di fusione	165° C	ASTM D 276

#### **6.1.4 Geotessile tessuto per il rinforzo terreni**

Il geotessile tessuto impiegato come rinforzo, separazione e filtrazione del terreno dovrà essere costituito da monofilamenti a nastro in fibra di polipropilene nero stabilizzato ai raggi UV.

Il geotessile dovrà avere una resistenza a trazione ultima longitudinale non inferiore a 28 kN/m con un allungamento non superiore al 18% e una resistenza a trazione ultima trasversale non inferiore a 28 kN/m con un allungamento non superiore al 15% (norma EN ISO 10319).

La resistenza a punzonamento statico (CBR) dovrà essere non inferiore a 3200 N (norma EN 12236).

La permeabilità all'acqua, con carico idraulico di 10 cm., dovrà essere non inferiore a 5 l/m<sup>2</sup> s, mentre il diametro di filtrazione (O90 con setacciatura a secco) dovrà essere inferiore a 280 µm.

Il materiale deve essere prodotto da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura.

Ogni fornitura deve essere documentata da una dichiarazione di conformità redatta dal produttore secondo le modalità previste dalla norma EN 45014, attestante la quantità, il tipo e le caratteristiche del materiale fornito, con preciso riferimento alla data ed alla località di consegna.

## **7 MODALITÀ' DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

Salvo diverse disposizioni contenute nell'elenco prezzi unitari, le modalità di esecuzione dei lavori sono quelle indicate in appresso con l'avvertenza che se non esplicitamente descritte valgono le norme legislative regolamentari applicate ai lavori dipendenti dal Ministero dei LL.PP., le comuni norme della pratica e le eventuali disposizioni che, in corso di lavoro, verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

### **7.1 PAVIMENTAZIONI, RISAGOMATURE E RAPPEZZI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

#### **7.1.1 Modalità di produzione e confezionamento delle miscele**

Il conglomerato sarà 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 D.L. 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 sostanze argillose e ristagni d'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 i 150 e 180°C, salvo diverse disposizioni del Capitolato Speciale d'Appalto in rapporto al tipo di bitume impiegato e alle indicazioni tecniche del fornitore.

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.

### **7.1.2 Trasporto**

Durante il trasporto dall'impianto di produzione al luogo di impiego, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari affinché il conglomerato subisca il minor raffreddamento possibile, all'atto della stesa, comunque, la temperatura del conglomerato non dovrà in nessun caso risultare inferiore a 120° gradi C. e nel caso di bitumi modificati di 150-160 ° C.

### **7.1.3 Posa in opera**

Prima della stesa del conglomerato, dovrà procedersi ad un'accurata pulizia della superficie stradale esistente mediante energica spazzolatura a secco e soffiatura, in maniera da eliminare ogni traccia di polvere od elementi non saldamente incorporati nella superficie stessa, ove occorra estirpazione del ciglio erboso mediante mezzo meccanico munito di lame.

Successivamente verrà applicata una mano di ancoraggio costituita da emulsione acida (cationica) al 60% di bitume a rottura rapida, dosata in ragione da 0,5 a 0,8 Kg/mq. a secondo dello stato esistente della pavimentazione: - l'emulsione dovrà essere stesa in un velo perfettamente uniforme e continuo e dovrà avvenire la completa rottura dell'emulsione e l'evaporazione dell'acqua prima della stesa del conglomerato.

Per l'ancoraggio di uno strato di usura, costituito da un conglomerato con elevata percentuale di materiale fine, è necessario un dosaggio di emulsione leggermente inferiore; da non superare 0,3 –0,4 Kg/mq.

Il piano viabile dovrà essere livellato, con apposita strumentazione, con successiva posa di filo livelletta alla quota indicata dalla D.L..

Il livellamento, a seconda delle condizioni del tratto in esame, potrà avvenire con fresatura o ricarica con stesa di conglomerato bituminoso.

Il controllo del livellamento sarà controllato, successivamente, con le prove previste dal presente Capitolato.

In ogni caso la posa in opera deve essere effettuata per strati; ogni strato non dovrà avere uno spessore superiore a  $2,5 \div 3$  volte il diametro massimo del pietrisco contenuto nel conglomerato.

La posa in opera del conglomerato dovrà essere sospesa qualora le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro: strati eventualmente compromessi da condizioni meteorologiche avverse, come da qualsiasi altra causa, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale carico dell'appaltatore.- La temperatura non dovrà mai essere inferiore a 5 ° C.

Immediatamente dopo la stesa, il conglomerato dovrà essere costipato con idonei rulli compressori, adottando tutte le precauzioni e gli accorgimenti tecnici necessari a consentire il raggiungimento di una compattezza non inferiore al 98% del rispettivo valore Marshall ed una perfetta regolarità superficiale:

- un'asta rettilinea lungo 4 mt., posta in qualunque direzione sulla superficie finita, dovrà aderirvi uniformemente con tolleranza di scollamenti non superiori a 4 mm..

#### **7.1.4 Giunti**

L'esecuzione dei giunti, sia longitudinali in corrispondenza di strisce contigue, che trasversali in corrispondenza di riprese di stesa, dovrà essere effettuata adottando tutte le precauzioni e gli accorgimenti tecnici necessari ad assicurare la perfetta saldatura delle superfici di contatto, l'uniformità di compattezza del conglomerato nelle zone interessate dai giunti stessi e la completa assenza di irregolarità superficiali nelle zone medesime.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. Per la stesa dei tappeti d'usura la D.L. potrà ordinare che il giunto iniziale della tratta stesa sia azzerato mediante la fresatura della pavimentazione esistente.

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

#### **7.1.5 Fresatura di pavimentazione stradale**

Vedi cap. 3 [Demolizione conglomerato bituminoso con frese.](#)

#### **7.1.6 Trattamento superficiale mono strato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS e graniglie di prima categoria**

L'intervento dovrà avvenire come di seguito illustrato:

- sistemazione della superficie bitumata, mediante risanamenti di buche ed avvallamenti;
- prima della stesa del conglomerato, dovrà procedersi ad un'accurata pulizia della superficie stradale esistente mediante energica spazzolatura a secco e soffiatura, in maniera da eliminare ogni traccia di polvere od elementi non saldamente incorporati nella superficie stessa, ove occorra estirpazione del ciglio erboso mediante mezzo meccanico munito di lame;
- spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS radiali 70% data uniformemente con apposita autocisterna spanditrice dotata di barra di spruzzatura automatica e larghezza regolabile e corredata di impianto di riscaldamento autonomo e di tutte le strumentazioni per il controllo della quantità, in ragione da 1,4 Kg/mq. a 1,7 Kg/mq., a secondo dello stato esistente della pavimentazione, alla temperatura di 60 - 80° C.;
- immediata stesa dello strato di graniglia porfirica o basaltica avente pezzatura di 4-8 mm., data uniformemente a mezzo apposito spandigraniglia in ragione di lt. 5-7/mq. e rullatura adeguata con compressore gommato;
- pulizia del trattamento eseguito per l'eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice in più riprese anche differenziate nel tempo sino a rendere la superficie perfettamente scevra da graniglia mobile.

Le pezzature delle graniglie indicate ed i relativi quantitativi possono essere suscettibili di variazioni in funzione alle esigenze della D.L..

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

## **7.2 FORNITURA DI INERTI PER LAVORI STRADALI**

Il materiale dovrà venire sistemato nelle piazzette di deposito esistenti lungo le strade, in caso di eccedenza il materiale esuberante verrà depositato sui fianchi della strada in modo da non impedire il libero transito, almeno a senso unico alternato, e comunque secondo le disposizioni del consegnatario indicato.

Qualora il materiale venisse sistemato in modo irregolare, il fornitore sarà tenuto a provvedere a sue spese alla immediata rimozione. In mancanza di ciò si procederà d'ufficio e la relativa spesa sarà portata in deconto del credito del fornitore.

La consegna potrà essere anche frazionata nel tempo su disposizione della D.L., per qualsiasi distanza e quantità senza che l'Impresa possa accampare pretesa di maggiori compensi.

## **7.3 SCAVI**

Nell'esecuzione dello scavo dei fossi l'appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente manodopera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato.

Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque, anche, se occorra, con canali fugatori.

Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori della sede stradale, depositandole su aree che l'appaltatore deve provvedere a sua cura e spese.

## **7.4 LAVORAZIONE NOTTURNE**

A semplice richiesta della Direzione Lavori alcune lavorazioni dovranno essere effettuate in orario notturno e saranno compensate secondo la prevista voce dell'elenco prezzi.



## **8 REQUISITI DI ACCETTAZIONE – PENALITÀ**

### **8.1 Studio preventivo**

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

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori corredati da una completa documentazione delle prove effettuate in laboratorio, dovranno essere presentati alla Committente con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori ed approvati dalla D.L..

Una volta accettata dalla D.L., l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla composizione granulometrica della curva di progetto proposta comprovandone l'osservanza con esami periodici.

Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di + 5 per lo strato di base e di + 3 per gli strati di binder ed usura.

Per gli strati di base, binder ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (passante al setaccio 2 mm. e trattenuto al setaccio 0.075) di + 2; per il filler (passante al setaccio 0.075 mm.) di + 1,5;

Per la percentuale di bitume, non sarà tollerato uno scostamento da quello di progetto, superiore a di + 0,25.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime dalla quantità teorica del bitume di ancoraggio.

### **8.2 Controlli**

Per ottenere l'autorizzazione all'impiego sia dei materiali componenti che dei conglomerati confezionati per la realizzazione delle opere oggetto del presente l'appaltatore dovrà esibire, prima dell'inizio dei lavori, quei certificati di qualità od altri certificati di laboratorio che verranno richiesti dal Direttore dei Lavori, a dimostrazione della rispondenza delle caratteristiche dei materiali stessi ai rispettivi requisiti di accettazione.

Il Direttore dei Lavori potrà comunque, con la frequenza che riterrà opportuna, in aggiunta o in sostituzione i detti certificati, richiedere l'esecuzione di prove ed analisi di controllo preliminare che in corso d'opera, con particolare riguardo alla variazione della stabilità Marshall in funzione della variazione del volume percentuale dei vuoti residui conseguente l'impiego di differenti energie di costipamento (25, 50, 75 colpi per faccia).

I prelievi dei campioni di materiale da sottoporre alle prove, saranno effettuati in conformità alle relative norme C.N.R. in vigore.

I campioni, che verranno prelevati in contraddittorio ed in duplice esemplare, saranno muniti di appositi sigilli a garanzia della autenticità e corredati di precisi e completi riferimenti

riguardanti il tipo di materiale che rappresentano, la struttura alla quale si riferiscono e la localizzazione del prelievo.

Dei due esemplari, uno sarà inviato al laboratorio per l'esecuzione delle prove e l'altro sarà conservato a cura della Direzione Lavori fino a collaudo avvenuto per eventuali ripetizioni delle prove stesse in caso di contestazioni.

La Città metropolitana si riserva la facoltà di effettuare il prelievo dei campioni avvalendosi dell'intervento operativo dei propri laboratori; tuttavia su richiesta della Direzione Lavori, l'appaltatore è tenuto a fornire le attrezzature necessarie ed il personale idoneo per l'esecuzione dei prelievi, con riferimento particolare al prelievo dei campioni di conglomerato bituminoso prima della posa in opera, comprendente la confezione in condizioni standard dei provini da sottoporre alla prova Marshall, utilizzando il materiale prelevato sciolto all'uscita della finitrice, o comunque immediatamente prima del costipamento nonché al prelievo dei campioni della pavimentazione finita mediante carotaggi con corone diamantate del diametro di 15 cm.

#### **8.2.1 Controlli in cantiere di produzione**

La Direzione Lavori può far effettuare controlli in cantiere al fine di accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei conglomerati.

In particolare, riguarderanno:

la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cumuli nel cantiere e quella degli aggregati stesi all'uscita dei vagli di riclassificazione dell'impianto;

la verifica delle principali caratteristiche del legante bituminoso (penetrazione, punto di rammollimento), campionato direttamente dalle autobotti in fornitura o dalle cisterne di stoccaggio dell'impianto;

La verifica della composizione dell'impasto bituminoso (granulometria degli inerti, percentuale del bitume), campionato all'uscita del mescolatore;

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

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'Impresa dovrà registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

#### **8.2.2 Controllo della composizione dei conglomerati.**

Su campioni di conglomerato prelevati all'atto della posa in opera e prima del costipamento, verranno controllate le seguenti caratteristiche:

temperatura del prodotto all'atto della stesa

contenuto % di bitume (CNR BU n. 38 del 21.3.1973, estrazione quantitativa);

Caratteristiche chimiche fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione qualitativa);

granulometria e coefficiente di frantumazione degli aggregati;

natura litologica dell'aggregato grosso;

stabilità, rigidezza e volume % dei vuoti residui, risultanti dalla prova Marshall eseguita con 75 colpi per faccia.

### **8.2.3 Controllo della posa in opera dei conglomerati.**

A distanza di circa 10 giorni dalla posa dei conglomerati, potranno essere effettuati prelievi di campioni della pavimentazione eseguita per il controllo delle seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (CNR BU n. 38 del 21.3.1973, estrazione quantitativa);
- Caratteristiche chimiche fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione qualitativa);
- granulometria degli aggregati;
- natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
- volume % dei vuoti residui e stabilità Marshall corrispondente, ricavata dal diagramma della relazione fra i due parametri, risultante dalle prove di controllo preliminare.
- Spessore del conglomerato steso;

Un controllo in fase di posa è composto da almeno tre prelievi eseguiti ogni 5.000 mq di materiale steso oppure ogni 350 t. di conglomerato.

### **8.2.4 Controllo della superficie di transito.**

Entro 10 giorni dalla ultimazione degli strati soggetti direttamente al traffico, potranno essere eseguiti i controlli della regolarità superficiale, sia in direzione longitudinale che trasversale, mediante la prova col regolo di 4 mt., nonché i controlli della resistenza allo scivolamento mediante la prova col pendolo R.R.L.

I valori di zona S.R.T., costituiti dalla media dei valori misurati in 5 punti scelti sulla medesima traiettoria parallela all'asse stradale alla distanza di 10 mt. l'uno dall'altro, dovranno risultare ovunque superiori a 65.

Tali valori, inoltre, non dovranno differire, dopo circa 2 (due) mesi di assoggettamento al traffico, più di 2 punti da quelli ottenuti nelle medesime rispettive zone della pavimentazione appena ultimata.

### **8.2.5 Requisiti di accettazione dei conglomerati**

Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni, delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di  $\pm 5$  per gli strati di base, collegamento ed usura e comunque le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto.

Per gli strati di base, collegamento ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di  $\pm 2$ ; per il passante al setaccio UNI 0,075 mm di  $\pm 1,5$  e comunque le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate sia all'impianto che alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

La D.L. si riserva la facoltà di controllare le miscele sia per i conglomerati bituminosi dello strato di usura che per quello dello strato di collegamento, dal punto di vista della deformabilità viscoplastica con prove di carico costante (CNR B.U. n. 106 del 10.4.1985).

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.08.1987).

I provini Marshall dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta dalla norma CNR 30/73 al punto 3.3.

### **8.3 PROVE DI PRESTAZIONE**

Oltre alle prove sui materiali, la D.L. si riserva di eseguire prove di prestazione lungo i tratti di strada oggetto dell'intervento, i cui risultati dovranno essere forniti, anche su supporto magnetico, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori con relazione conclusiva.

#### **8.3.1 Prove di portanza**

La portanza della struttura stradale verrà misurata mediante Falling Weight Deflectometer (FWD).

Le misure dovranno essere eseguite con la frequenza di 100 ml. su ogni corsia di marcia, falsate di ml. 50 nei due sensi di marcia.

Dovranno inoltre essere eseguiti carotaggi con la frequenza di almeno 1 per ogni Km. salvo diversa prescrizione in più o meno, da parte della Direzione dei Lavori.

In accordo con l'Impresa la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove FWD anche prima dell'intervento di progetto, al fine di verificare la congruità dello stesso e proporre le eventuali migliorie.

#### **8.3.2 Prove di regolarità**

Le misure di regolarità della strada verranno eseguite mediante apparecchiatura R.D.M. per determinare il valore del Present Service Ability Rating (P.S.R.) oppure apparecchiatura profilometro laser per determinare il valore I.R.I.: dovranno essere eseguite le misure in continuo su un percorso della strada fino ad un massimo di lunghezza pari al doppio dei tratti compresi oggetto di intervento.

#### **8.3.3 Prove di aderenza trasversale**

Le misure di aderenza trasversale della strada verranno eseguite mediante prove di SCRIM per determinare il coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T.).

In caso di valori del C.A.T. sui tratti di intervento, inferiori a quelli ammissibili, l'impresa è tenuta ad eseguire gli interventi necessari a portare le caratteristiche ai valori normali.

La prova di SCRIM dovrà essere eseguita su un percorso fino ad un massimo di lunghezza pari al doppio dei tratti compresi oggetto di intervento.

La relazione conclusiva delle prove di prestazione redatta dalla ditta specializzata, sulla base dei risultati ottenuti e sui dati forniti dalla D.L., dovrà indicare diverse ipotesi di programma di successive manutenzioni.

La D.L. potrà, a propria discrezione, non fare eseguire tutte o in parte delle prove lungo i tratti di intervento che per condizioni particolari o per la limitata estensione non porterebbero a risultati probanti.

#### **8.4 Penalità**

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'appaltatore.

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

Per le caratteristiche di resistenza meccanica dell'aggregato grosso (coefficiente di frantumazione e consumo Los Angeles), potrà essere accettata una variazione fino al 5% in più dei rispettivi valori di accettazione del coefficiente di frantumazione, o fino al 10% in più dei rispettivi valori di accettazione del consumo Los Angeles. La relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per l'impiego di materiali di categoria inferiore, di una percentuale pari al 70% della variazione percentuale del coefficiente di frantumazione ed al 35% della variazione percentuale del consumo Los Angeles da applicarsi sull'intero prezzo di applicazione.

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa, in considerazione soprattutto la stabilità Marshall ricavata, come indicato in precedenza, in corrispondenza del volume percentuale dei vuoti residui risultante negli strati finiti, 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. La penalizzazione relativa consisterà nella detrazione, per minore durata della pavimentazione, pari ad una percentuale del 40% della variazione percentuale da applicarsi sull'intero prezzo di applicazione.

Per quanto riguarda il contenuto minimo di bitume nei conglomerati, potrà essere tollerata una variazione dello 0,25% inferiore a quella minima prevista per l'accettazione.

In tal caso verrà applicata la detrazione pari all'1,00% del prezzo contrattuale da applicarsi sull'intera quantità del materiale fornito e l'Appaltatore sarà inoltre obbligato a procedere ad una sigillatura delle pavimentazioni interessate da eseguirsi con kg/mq. 0,5 di emulsione bituminosa saturata con sabbia granita proveniente da frantoio oltre che all'eventuale rifacimento della segnaletica orizzontale

Per le caratteristiche di compattezza degli strati finiti, potrà essere tollerata un'eccedenza del volume percentuale dei vuoti residui fino al 50% dei rispettivi valori massimi di

accettazione. La relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore quantità di materiale posto in opera, di una percentuale pari all' 1% per ogni 1% di vuoti residui in più da applicarsi sull'intero prezzo di applicazione.

Tutti i valori percentuali menzionati nel presente articolo, sono intesi approssimati alla seconda cifra decimale.

Tutte le detrazioni sopra definite 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.

#### **8.4.1 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 sono per il CAT minori di 40 (minori di 55 per i conglomerati prestazionali additivati con SBS/NR).

Qualora il valore di CAT sia inferiore a tali valori si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa ed alla ristestatura dello strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore o i valori deficitari al di sopra della soglia di inaccettabilità. Se non si raggiungessero i valori prescritti e si fosse comunque al di sopra dei valori inaccettabili verrà applicata la detrazione del 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 (con l'apparecchio portatile a pendolo) sugli strati appena finiti, che la riduzione di tali valori rilevata a 2 mesi dall'apertura al traffico e potrà essere tollerata una variazione non superiore al 2% a quella minima prevista per l'accettazione. In tal caso verrà applicata la detrazione pari all'1,00% del prezzo contrattuale da applicarsi sull'intera quantità del materiale fornito.

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.

#### **8.4.2 Regolarità**

Qualora i valori medi, come precedentemente definiti, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m, di R.C.I., I.R.I. e/o l'irregolarità misurata con l'A.P.L. 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 di R.C.I. fosse inferiore od uguale a 4,5, o di I.R.I. 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.

#### **8.4.3 Spessore degli strati**

La media per corsia e per singola tratta dei controlli effettuati dovrà dare uno spessore non inferiore al 95% del teorico.

Qualora si riscontri una percentuale inferiore, essa verrà integralmente applicata al prezzo unitario quale penale.

Se lo spessore medio sopra definito risulta inferiore al 75% del teorico, l'Impresa dovrà immediatamente provvedere al rifacimento della tratta interessata.

Qualora lo spessore risulti maggiore del previsto oltre il 25%, la D.L. potrà accettare a proprio giudizio il lavoro senza corrispondere all'Impresa nessuna maggiorazione di prezzo o richiederne il rifacimento.

#### **8.4.4 Dosaggio di Bitume**

La quantità di bitume contenuta nell'impasto, 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.

#### **8.4.5 Aggregati**

Alla curva granulometrica 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:

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

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 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 collegamento	25%
Strato di usura	20%



## **9 NORME DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE**

Se non diversamente disposto nei singoli prezzi di elenco, i lavori a misura verranno contabilizzati sulla base della seguente normativa:

### **9.1 Demolizioni**

Le demolizioni di materiale di diversa natura e specie verranno contabilizzate in base alla quantità effettivamente demolita sulla base dell'unità di misura specifica per la tipologia dei manufatti risultante dal prezzo unitario da applicarsi. Il materiale di risulta sarà allontanato a cura e spese dell'Impresa sia se riutilizzato e riutilizzabile, sia se trasportato a PP.DD. i cui oneri sono inclusi nel prezzo unitario se non diversamente disposto nel prezzo di elenco.

### **9.2 strato di fondazione**

Lo strato di fondazione in misto granulare stabilizzato con o senza legante naturale, sarà valutato a volume in opera e costipamento ultimato.

Sia il tout-venant bituminoso per lo strato di base che per i conglomerati per la formazione dello strato di collegamento (binder) saranno misurati in opera dopo costipamento secondo l'unità di misura indicata nei rispettivi prezzi di elenco.

### **9.3 Conglomerato bituminoso per strati di base, binder**

I conglomerati bituminoso per strati di base e binder sarà valutato a volume. Come altezza massima verrà applicata quella ordinata dalla Direzione Lavori dopo la cilindratura. Eventuale materiale posto in opera in più non sarà valutato.

Per le zone di sagomatura dove lo strato di conglomerato avrà necessariamente uno spessore variabile, la valutazione potrà essere effettuata sul mezzo di trasporto mediante pesatura (lordo meno tara) applicando poi, per determinare il volume in opera (rullato), i seguenti pesi specifici:

bitumato con inerte 0/30 (Tout-venant): q.li 22.50 (ventidue e cinquanta) per mc.

bitumato con argilla espansa in ragione del 20% del peso in volume:

q.li 14.50 (quattordici e cinquanta) per mc.

Lo stesso sistema verrà usato in caso di agguagliamento di cedimenti dovuti al traffico.

Nessun maggior compenso sarà riconosciuto per la stesura del materiale in strati di piccolo spessore anche se per tale operazione occorre adoperare materiale lapideo di granulometria diversa da quella prevista.

Parimenti nessun maggior compenso sarà riconosciuto per la stesura di modeste quantità in ragione di superficie e/o volume a titolo di impianto e spianto cantiere e movimentazione attrezzature e macchine operatrici intendendo tale onere sempre ed in ogni caso compreso.

Per ogni strato è compresa nel prezzo la mano di attacco di Kg.0,800 di E.R. 55.

### **9.4 Conglomerato bituminoso per manti superficiali d'usura**

Il conglomerato bituminoso per manti superficiali d'usura se non diversamente specificato può essere contabilizzato a superficie.

Il prezzo comprende lo spandimento di bitume, la posa e la cilindratura, la profilatura dei cigli e tutte le forniture, lavori ed oneri inerenti previsti dal presente Capitolato.

Lo spessore dello strato dovrà essere pari a quello prescritto dalla Direzione Lavori in qualsiasi punto della strada. Eventuali spessori maggiori non saranno riconosciuti sotto nessun titolo, riscontrando invece spessori inferiori a quelli prescritti verrà applicato, in detrazione, il prezzo relativo, anche per frazioni di cm., sempreché la Direzione Lavori ritenga di poter accettare l'esecuzione della pavimentazione con spessore inferiore a quello prescritto.

Qualora lo strato di conglomerato avesse necessariamente uno spessore variabile, la valutazione potrà essere effettuata sul mezzo di trasporto mediante pesatura (lordo meno tara) applicando poi, per determinare il volume, il peso specifico attinente di cui al precedente capoverso.

Lo stesso sistema verrà usato in caso di ragguagliamento di cedimenti dovuti al traffico.

### ***9.5 Conglomerato per risagomature e manti di usura***

Il conglomerato bituminoso per risagomature, conguagli, manti di usura sarà misurato a peso sul mezzo di trasporto.

Resta stabilito che il conglomerato non pesato come sopra detto non verrà contabilizzato.

Gli accertamenti sopra indicati risulteranno da liste dei materiali ove figureranno il tipo, il numero di targa del mezzo di trasporto, la bolletta di pesatura ed il luogo di impiego del materiale (tratto di strada e progressiva chilometrica).

Ai fini contrattuali rimane stabilito che il peso specifico del materiale per strato di collegamento, conglomerato per risagomature e strato d'usura, sarà assunto pari a **kg 1950 per ogni mc** sui mezzi di trasporto;