

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE II

NORME TECNICHE

PREMESSA

Il presente Capitolato detta le Norme Tecniche per definire le lavorazioni necessarie per dare le opere previste nell'Appalto in oggetto, compiute a regola d'arte.

Le Norme Tecniche contenute all'interno del Capitolato Speciale possono essere di tipo *prescrittivo* o *prestazionale*. Le Norme del primo tipo si fondano sulla conoscenza della buona riuscita di precedenti realizzazioni, analoghe per tipologia e condizioni di esercizio; in tal senso l'Impresa viene guidata lungo il percorso realizzativo compreso tra la scelta dei materiali da impiegare e la loro posa in opera. Le Norme del secondo tipo, viceversa, definiscono le prestazioni che l'opera dovrà garantire al termine della sua realizzazione. Tali prestazioni sono associate a grandezze (parametri) di controllo che possono essere valutate, a prescindere dai materiali che saranno impiegati e dalle tecniche di lavorazione utilizzate (controllo globale), attraverso attrezzature e sistemi di prova specifici. Le prestazioni sono richieste per i materiali costituenti (se lavorati) e, principalmente per i prodotti composti ottenuti con essi ed altri, dopo la posa in opera; in mancanza di queste prestazioni sono previste riduzioni dei prezzi dell'elenco.

In considerazione di ciò, nei singoli articoli, oltre ai criteri per il rispetto delle prescrizioni, sono previsti controlli prestazionali che, in alternativa ai sistemi continui (da preferire, quando possibile), potranno essere di tipo puntuale; inoltre, si precisa che per la scelta dei materiali e dei livelli prestazionali è stato fatto riferimento al volume ed al tipo di traffico che interessa l'infrastruttura, come già descritto nei precedenti livelli di progettazione.

Tutte le seguenti prescrizioni tecniche valgono salvo diversa o ulteriore indicazione più restrittiva espressa nell'elenco prezzi di ogni singola lavorazione.

Negli articoli descrittivi dei prodotti, costituenti o finali, sono indicate alcune prescrizioni di base ed i criteri di progetto. L'Impresa, infatti, oltre ad ottenere le prestazioni finali di cui sopra ha anche l'obbligo di fare eseguire a sue spese, le prove necessarie alla preventiva verifica di idoneità degli elementi componenti e delle miscele da Lei progettate (aggregati, bitume, additivi, ecc) e che essa intende adottare per ogni cantiere.

Gli studi di progetto, che accompagnano i materiali per le prove di verifica, corredati da una completa documentazione delle formulazioni effettuate devono essere presentati alla D.L. e firmati dal responsabile dell'Impresa.

Il rispetto delle formulazioni originali e/o delle loro modifiche, anche se indicate dalla Stazione Appaltante, non eliminano la responsabilità dell'Impresa nell'ottenimento in opera delle prestazioni previste per i singoli strati e per il lavoro complessivo.

Durante i lavori, l'Impresa esecutrice deve attenersi alla formulazione definitiva di progetto indicata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della Stazione Appaltante un registro, vidimato dalla D.L. in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'Impresa con i risultati ottenuti.

La D.L. potrà comunque effettuare, in ogni momento a loro insindacabile giudizio, in cantiere di stesa ed in impianto, in relazione ai risultati su strada o sui campioni di laboratorio, in contraddittorio ed a spese dell'Impresa, prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera: a seguito di questi controlli potrà intervenire in ogni momento sulle operazioni che non garantiscono i risultati richiesti.

Le prestazioni vincolanti da ottenere in opera sono riportate negli specifici articoli del presente Capitolato nei quali sono specificate anche le detrazioni da applicare qualora non siano state ottenute le prestazioni richieste.

ACCETTAZIONE, QUALITA' ED IMPIEGO DI MATERIALI E COMPONENTI

Per tutti i prodotti da costruzione, destinati cioè ad essere incorporati permanentemente in opere da costruzione, si deve applicare la direttiva CEE 89/106 "Regolamento di attuazione relativo ai prodotti da costruzione" recepita con D.P.R. n.246 del 21/4/93, la quale stabilisce, tra l'altro, che **"tutti i prodotti da costruzione possono essere immessi sul mercato soltanto se idonei all'uso previsto (prodotti che recano il marchio CE)"**. Dal 24 aprile 2011, data di entrata in vigore parziale del Regolamento dei Prodotti da Costruzione (CPR - Construction Products Regulation) tale Direttiva è stata abrogata. Il Parlamento europeo ed il Consiglio hanno infatti approvato e firmato il 9 marzo 2011 il regolamento che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione

all' interno dell' Unione Europea. Tale regolamento pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea il 4 aprile 2011 è entrato in vigore il 24 aprile 2011.

Poiché l'entrata in vigore del CPR è solo parziale (vedi art. 68 del CPR stesso) la direttiva ha ancora parte della sua validità.

Il 1 luglio 2013 il CPR avrà piena applicazione e la direttiva non sarà più applicabile.

Prima della posa in opera, i materiali devono essere riconosciuti idonei e accettati dalla Direzione Lavori, anche a seguito di specifiche prove di laboratorio e/o di certificazioni, anche da effettuarsi a richiesta della Direzione lavori e fornite dal produttore. Dopo la posa in opera, la direzione dei lavori potrà disporre l'esecuzione delle verifiche tecniche e degli accertamenti di laboratorio previsti dalle norme vigenti per l'accettazione delle lavorazioni eseguite.

L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l' Appaltatore dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

La D.L. ha la facoltà di richiedere il campionario di quei materiali che riterrà opportuno e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che vengano approvvigionati in cantiere. Inoltre è facoltà della Stazione Appaltante chiedere all'Appaltatore di presentare in forma dettagliata e completa tutte le informazioni utili per stabilire la composizione e le caratteristiche dei singoli elementi componenti le miscele dei conglomerati bituminosi o in calcestruzzo, ovvero tutti i presupposti e le operazioni di mix design necessarie per l'elaborazione progettuale dei diversi conglomerati che l'Impresa ha intenzione di mettere in opera per l'esecuzione dei lavori.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L.; ciò non esenta tuttavia l'Impresa dalla responsabilità della riuscita delle opere anche per quanto dipendente dai materiali stessi.

L'utilizzo, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale finito rientri nelle successive prescrizioni di accettazione.

MARCATURA CE

Il 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 e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

Le Marchature CE sono certificazioni di prodotto obbligatorie per quanto riguarda i requisiti minimi di sicurezza che alcuni prodotti, rientranti in determinate Direttive della Comunità Europea, devono possedere.

La marcatura CE è l'indicazione di conformità del prodotto ai requisiti essenziali di sicurezza previsti da una o più direttive comunitarie applicabili al prodotto stesso; è esclusivamente la dichiarazione che sono stati rispettati i requisiti essenziali di sicurezza previsti dalla/e direttiva/e comunitaria/e applicabile/i sul prodotto. Nel caso ciò non fosse possibile, trattandosi di prodotto di dimensioni troppo piccole, dovrà essere applicata sull'eventuale imballaggio e sull'eventuale documentazione di accompagnamento. La marchiatura deve

essere apposta dal fabbricante, se risiede nell' Unione Europea, altrimenti da un suo rappresentante, da lui

autorizzato, stabilito nella UE. In mancanza anche di quest' ultimo, la responsabilità della marcatura CE ricade sul soggetto che effettua la prima immissione del prodotto nel mercato comunitario. La marcatura CE

deve essere apposta prima che il prodotto sia immesso sul mercato, salvo il caso che direttive specifiche non dispongano altrimenti. La Norma Europea UNI EN 14351-1, in vigore da febbraio 2010, obbliga le imprese produttrici di serramenti a immettere nel mercato i propri prodotti con la marcatura CE, ha subito una revisione che è entrata in vigore dal 1° Dicembre 2010.

ARTICOLO 1. QUALITÀ DEI MATERIALI

I materiali da costruzione da impiegarsi nei lavori dovranno corrispondere a tutte le prescrizioni del presente Capitolato Speciale e della loro idoneità ad essere impiegati, sarà giudice inappellabile la Direzione dei Lavori.

Salvo speciali prescrizioni essi dovranno provenire da cave, fabbriche, depositi etc., scelti ad esclusiva cura dell'Appaltatore; il quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, etc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare, ed esso fosse quindi obbligato a ricorrere ad altre cave in località diverse od a diverse provenienze, intendendosi che anche in tali casi resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in Elenco come pure le prescrizioni relative alla qualità dei materiali.

L'Appaltatore è tenuto a far eseguire in cantiere, presso gli stabilimenti di produzione, presso i laboratori autorizzati, tutte le prove (prescritte dal presente Capitolato o dalla D.L.), sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti prefabbricati o formati in opera.

In particolare si prescrivono i seguenti requisiti:

1.1 ACQUA PER GLI IMPASTI

L'acqua dovrà essere dolce, limpida e non contenere i solfati ed i cloruri in percentuale dannosa, esente da materie terrose o inquinata da materie organiche e comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata.

Dovrà avere un PH compreso fra 6 e 8 e torbidezza inferiore al 2%.

1.2 LEGANTI IDRAULICI

I cementi e gli agglomerati cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro risponderanno ai requisiti fissati dal D.M. 14/01/2008 *Norme tecniche per le costruzioni*, dalla Legge 15.11.1971, n° 1086 e dal D.M. del 16/06/76 e ss.mm.

I leganti idraulici saranno forniti e conservati perfettamente asciutti.

Peraltro è riservata alla Direzione dei Lavori la facoltà di rifiutare quei cementi, di qualunque provenienza essi siano, che a suo esclusivo ed inappellabile giudizio non ritenesse adatti per il lavoro da eseguire.

Le calce aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione e prove di cui alle norme vigenti riportate nel R.D. 16 novembre 1939, n° 2231.

1.3 GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA

La ghiaia, la sabbia ed il pietrisco, scevri da sostanze friabili e terrose, polverulenti, organiche o comunque dannose, saranno bene assortiti in grandezza e costituiti da grani resistenti e non gelivi, provenienti da rocce compatte, non gessose né decomposte. Detti materiali quando servono alla formazione di calcestruzzi e malte, dovranno rispondere ai requisiti fissati dal D.M. 14/01/2008 *Norme tecniche per le costruzioni*, dalla L. 1086/1971 e a tutte le successive disposizioni, nonché alle norme emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) al riguardo. La granulometria degli impasti sarà fissata nei vari titoli di lavori o dall'apposita curva granulometrica indicata dalla Direzione dei Lavori.

Per le altre opere la Direzione dei Lavori fisserà, a seconda della loro natura, le dimensioni limite dei materiali; comunque gli elementi formanti le ghiaie ed i pietrischi dovranno passare almeno attraverso un vaglio a fori circolari di cm. 3 di diametro e non passare attraverso i fori di cm. 1 di diametro.

Il pietrischetto, per la ricopertura dei trattamenti superficiali, dovrà essere provvisto in elementi assortiti di dimensioni fra mm. 7 e mm. 20 ed assolutamente scevro da materie polverulenti.

La sabbia dovrà essere costituita da grani passanti allo staccio 2 UNI 2332 per murature in genere e grani passanti allo staccio 0,5 UNI 2332 per gli intonaci e le murature di paramento od in pietra da taglio.

La sabbia per conglomerati cementizi dovrà rispondere ai requisiti di cui al D.M. 14/01/2008 *Norme tecniche per le costruzioni* e al D.M. 27/07/1985, essere esente da sostanze organiche e presentare una perdita per decantazioni in acqua, inferiore al 2%.

1.4 MATTONI

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti. I laterizi da impiegarsi nelle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche dovranno rispondere alle caratteristiche di cui all'allegato 7 del D.M. 9 gennaio 1996. Per individuare le caratteristiche di resistenza degli elementi artificiali pieni e semipieni si farà riferimento al D.M. Min. LL.PP. 20 novembre 1987.

1.5 PIETRE NATURALI E MATERIALI PORFIRICI

Le lastre di pietra naturale destinate all'utilizzo per la realizzazione di pavimentazioni stradali (carreggiate e/o marciapiedi) devono possedere marcatura CE in conformità alla Direttiva 93/68/CE. I requisiti prestazionali e i metodi di prova corrispondenti devono rispettare quanto previsto dalla norma UNI EN 1341:2013 "Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne – requisiti e metodi di prova", oltre che le specifiche qui nel seguito riportate.

In generale le pietre da impiegarsi dovranno essere omogenee, a grana compatta, non gelive, esenti da screpolature, venature, piani di sfaldatura, sostanze estranee, scaglie, cavità, etc. Saranno da escludere le pietre eccessivamente marnose, gessose ed in generale tutte quelle alterabili dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Prima di iniziare i lavori l'Appaltatore dovrà predisporre, a propria cura e spese, i campioni dei manufatti lavorati secondo prescrizione, sottoponendoli all'esame della DL. Tali campioni, se accettati, saranno contrassegnati e conservati come termine di riferimento e confronto negli uffici della Direzione o in locali appositamente assegnati. Il campione di riferimento deve consistere in un numero di pezzi di pietra naturale di dimensioni sufficienti a indicare l'aspetto generale del lavoro finito; i singoli pezzi del campione devono avere superficie di almeno 0,1 mq e devono indicare la gamma d'aspetto in relazione a colorazione, schema della venatura, struttura fisica e finitura superficiale, mostrando inoltre caratteristiche specifiche della pietra quali fori naturali, inclusioni, macchie, etc. Il confronto tra il campione di produzione e il campione di riferimento sarà effettuato collocando i campioni accanto ed esaminandoli ad una distanza di circa 2 m in condizioni di luce naturale.

La DL potrà eseguire le prove per l'accertamento dei requisiti chimico-fisici e meccanici e gli esami petrografici su campioni di pietra prelevati in cantiere per accertarne la provenienza e le caratteristiche.

In generale, facendo riferimento alla norma UNI EN 1341:2013 e qui richiamandone tutte le definizioni, ogni tipologia di pietra naturale oggetto di fornitura dovrà essere dotata di marcatura CE conforme alla Direttiva 93/68/CE, con etichettatura affissa sull'imballaggio e sui documenti commerciali di accompagnamento. accompagnata dalle seguenti informazioni:

- nome e/o marchio identificativo del fabbricante;
- ultime due cifre dell'anno di applicazione della marcatura;
- riferimento alla norma EN 1341:2013;
- descrizione del prodotto e suo uso previsto:
 - a. nome generico: "lastre di pietra naturale";
 - b. nome tradizionale, famiglia petrologica, colore tipico e luogo di origine, in conformità alla EN 12440;
 - c. uso previsto: "per aree per la circolazione pedonale e/o veicolare esterna";
 - d. trattamento superficiale della pietra (tipo trattamento chimico, impiego di stuccature, mastici o altri prodotti per fori naturali, faglie o fessure; se presente);
- prestazioni delle seguenti caratteristiche:
 - a. rilascio di sostanze pericolose;
 - b. resistenza a rottura valutata tramite resistenza a flessione determinata secondo EN 12372 dichiarandone il valore minimo atteso;
 - c. scivolosità valutata tramite resistenza allo scivolamento determinata secondo EN 14231 in condizioni di umidità;
 - d. durabilità della resistenza a rottura, alla scivolosità e allo slittamento valutata tramite:
 - i. resistenza al gelo/disgelo, misurata come la resistenza media a flessione (in MPa) dopo 56 cicli di gelo/disgelo, secondo il metodo di prova della EN 12371;

Per ogni fornitura di lastre di pietra naturale devono inoltre essere dichiarate le seguenti caratteristiche:

- resistenza all'abrasione, determinata secondo EN 14157 dichiarando il valore massimo atteso;
- assorbimento d'acqua, determinato secondo EN 13755 dichiarando il valore massimo atteso;
- massa volumica apparente e porosità aperta, determinate secondo EN 1936 dichiarando i valori medi;
- resistenza alla compressione allo stato secco e dopo cicli di gelività, determinate secondo EN 1926 e EN 12371 dichiarando i valori medi;
- descrizione petrografica comprendente il nome petrografico in conformità alla EN 12407.

La conformità delle lastre di pietra naturale ai requisiti indicati dalla norma UNI EN 1341 e alle prestazioni dichiarate deve essere dimostrata tramite:

- prove iniziali di tipo;
- controllo della produzione in fabbrica da parte del fabbricante, comprendente la valutazione del prodotto;

nel rispetto della stessa norma UNI EN 1341.

Per ogni fornitura dovrà essere inoltre indicata la classificazione secondo la Carta delle Pietre Ornamentali della Regione Toscana e la relativa sigla, in riferimento al "P.R.A.E.R." (Piano Regionale delle Attività Estrattive di Recupero delle Aree Escavate e di Riutilizzo dei Residui Recuperabili, approvato con deliberazione del Consiglio Regionale n. 27 del 27 febbraio 2007).

Si evidenzia che le dimensioni delle lastre devono essere misurate in conformità alla EN 13373.

Ogni consegna di lastre di pietra naturale deve essere identificata mediante indicazione sulle etichette, sull'imballaggio e sui documenti di accompagnamento di: denominazione della pietra naturale secondo EN 12440; quantità e dimensioni delle lastre; massa delle lastre; massa e dimensioni dell'imballaggio.

L'imballaggio deve fornire una protezione adeguata alle lastre, sia durante il trasporto che la movimentazione e l'accatastamento in cantiere, evitando il movimento delle lastre all'interno dell'imballaggio tramite fissaggio dei singoli pezzi. L'imballaggio deve essere tale da garantire la sicurezza contro la contaminazione in condizioni umide e asciutte ed essere di dimensioni e massa adeguate considerando i mezzi di trasporto e movimentazione di cui previsto l'utilizzo in cantiere.

Nel caso in cui la fornitura preveda lastre di dimensioni e forme specifiche in funzione del disegno della pavimentazione da realizzare, le singole lastre dovranno essere contrassegnate da simboli e codici alfanumerici, da riportarsi anche sugli schemi grafici di posa della pavimentazione predisposti a carico dell'Appaltatore.

1.5.1 Pietra Arenaria Extra dura

Le forniture di lastre di pietra naturale di tipologia denominata sinteticamente "pietra arenaria extradura" devono rispettare tutte le prescrizioni ed indicazioni generali di cui sopra e garantire il raggiungimento delle prestazioni indicate nelle tabelle seguenti.

La pietra arenaria extradura dovrà provenire da:

cave situate nel Comune di Firenzuola che rispettano i requisiti del "Disciplinare e Regolamento d'uso per la concessione del Marchio di Origine e controllo di qualità della pietra prodotta nel bacino di Firenzuola" approvati dal Comune di Firenzuola con Del. C.C. n. 25 del 17/04/2009;

cave situate nell'Appennino tosco-romagnolo.

Saranno rifiutati tutti quei pezzi che ad un attento esame non presentino omogeneità e compattezza e che non siano scevri da intrusioni scisto-argillose e da ghiaie, noccioli, smerigli, peli, marmi ed in generale da qualunque sostanza eterogenea.

1.5.2 Pietra Arenaria Macigno

Le forniture di lastre di pietra naturale di tipologia denominata sinteticamente "pietra arenaria macigno" devono rispettare tutte le prescrizioni ed indicazioni generali di cui sopra e garantire il raggiungimento delle prestazioni indicate nelle tabelle seguenti.

Oltre ai requisiti di cui ai caratteri generali, la pietra arenaria Macigno dovrà provenire

da: cave situate nel Comune di Greve in Chianti;

cave situate in località Santa Brigida, Comune di Fiesole.

Saranno rifiutati tutti quei pezzi che ad un attento esame non presentino omogeneità e compattezza e che non siano scevri da intrusioni scisto-argillose e da ghiaie, noccioli, smerigli, peli, marmi ed in generale da qualunque sostanza eterogenea.

1.6 Materiali porfirici

Tutti i materiali porfirici trattati nel presente Capitolato Speciale devono provenire esclusivamente da cave ove si coltiva il Porfido stratificato a piani in vista naturali di cava.

Le colorazioni fondamentali dei materiali porfirici che saranno accettati sono esclusivamente: grigio-rosso e grigio-viola.

1.6.1.1 Cubetti

Sono solidi a forma pressoché cubica, ottenuti per spaccatura meccanica e il cui spigolo è variabile a seconda del tipo classificato.

Essi vengono distinti, a seconda della lunghezza in cm di detto spigolo, nei seguenti assortimenti: 4/6 - 6/8 - 8/10 - 10/12. Ciascun assortimento dovrà comprendere solo elementi aventi spigoli di lunghezza compresa nei limiti sopraindicati, con la tolleranza di cm 1.

I vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le varie facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali tra loro.

La superficie superiore del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessiva ruvidità.

Le quattro facce laterali sono ricavate a spacco e si presentano quindi con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadra.

Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso, con la tolleranza prevista.

La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. I cubetti potranno essere forniti: sfusi, in casse, in sacchi;

1.6.1.2 Piastrelle a spacco regolari

La superficie dovrà essere naturale di cava, le coste a spacco, lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Maggiori o minori spessori potranno essere richiesti dalla Direzione Lavori per impieghi particolari. Le piastrelle a spacco dovranno avere lati paralleli ed angoli retti.

E' consentita una tolleranza in più o in meno nelle dimensioni, di non più di 1 cm. Le coste dovranno essere ortogonali al piano o in leggera sottosquadra.

Le larghezze di norma saranno comprese tra 20 e 40 cm.

Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze.

Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse. Il peso di 1 m² sarà compreso tra i 90/100 kg.

1.6.1.3 Piastrelle fresate

La superficie dovrà essere naturale di cava, lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Le coste saranno fresate. Spessori diversi potranno essere richiesti dalla D.L. per impieghi particolari.

Le piastrelle a coste fresate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano.

Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50.

Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

Il peso di 1 m² sarà compreso tra i 90/100 kg.

1.6.1.4 Cordoni a spacco

Dovranno avere le due facce, quella interna nascosta e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (testa) a spacco di cava.

Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato.

L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 30 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

cm 5 x 20/30 peso per ml kg 25

cm 7 x 20/30 peso per ml kg 40

cm 8 x 20/30 peso per ml kg 45

cm 10 x 20/30 peso per ml kg

65 cm 12 x 20/30 peso per ml

kg 85 cm 15 x 20/30 peso per

ml kg 110

1.6.1.5 Cordoni segati

Dovranno avere le due facce, quella interna nascosta e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (testa) fresato.

Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato.

L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 30 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

cm 5 x 20/25 peso per ml kg 25

cm 7 x 20/25 peso per ml kg 40

cm 8 x 20/25 peso per ml kg 45

cm 10 x 20/25 peso per ml kg

65 cm 12 x 20/25 peso per ml

kg 85 cm 15 x 20/25 peso per

ml kg 110

1.7 MALTE PREMISCELATE PER ALLETTAMENTO E STUCCATURA DI PAVIMENTAZIONI IN LASTRICO

Le malte premiscelate impiegate per la realizzazione di allettamenti e/o stuccature di pavimentazioni in lastrico a destinazione carrabile/pedonale devono possedere caratteristiche specifiche tali da

garantire il raggiungimento di prestazioni elevate ed in minor tempo rispetto ai materiali tradizionalmente impiegati. In generale, devono essere rispettate le seguenti specifiche:

- la malta deve essere costituita da premiscelato in polvere pronto all'uso, per il quale deve essere necessaria la sola mescolatura con acqua; il prodotto deve essere confezionato in sacchi (salvo diversa indicazione della Direzione Lavori);
- la pavimentazione realizzata con le malte premiscelate di cui al presente capitolo deve diventare pedonabile entro un tempo massimo di 24 ore e carrabile entro un tempo massimo di 7 giorni (riferito a condizioni meteo con temperature non inferiori a 10 °C);
- il prodotto deve possedere elevate resistenze meccaniche (secondo quanto indicato nei paragrafi seguenti);
- la malta deve garantire la realizzazione di pavimentazioni ad elevata durabilità anche in ambienti soggetti a saturazione, a cicli di gelo e disgelo in presenza di sali disgelanti e acqua di mare (condizioni ambientali classificate dalla EN 206 come XF4 e XS3);
- i prodotti impiegati devono garantire l'ottenimento ed il mantenimento di colorazioni omogenee, uniformi ed in tonalità coerenti con il contesto di intervento (materiale lapideo impiegato per il lastrico) e comunque secondo le indicazioni della Direzione Lavori;
- i prodotti impiegati devono essere conformi alle prescrizioni del Reg. (CE) N. 1907/2006 (REACH). Nei paragrafi seguenti vengono definite le specifiche dei vari materiali.

1.7.1 Malte premiscelate per allettamenti

Gli allettamenti realizzati con il materiale di cui al presente paragrafo devono essere realizzati con malta premiscelata realizzata con speciali leganti ed aggregati selezionati in curva granulometrica (diametro max 3,5 mm) e additivi specifici.

Lo spessore dello strato di allettamento deve essere non inferiore a 7 cm, mescolando con il quantitativo d'acqua necessario ad ottenere una consistenza "plastica" (circa 9%). Il mescolamento deve essere effettuato con adeguato sistema meccanico.

1.7.1.1. Malte premiscelate per stuccature.

Le stuccature realizzate con il materiale di cui al presente paragrafo devono essere realizzate con malta premiscelata realizzata con speciali leganti ed aggregati selezionati in curva granulometrica (diametro max 2,0 mm) e additivi specifici.

Il mescolamento deve essere effettuato con adeguato sistema meccanico. La stuccatura deve essere realizzata con la tecnica "fresco su fresco", quindi eseguita nella stessa giornata della posa del lastrico.

La malta impiegata deve possedere le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

1.7.2 Malte premiscelate pozzolaniche per stuccature

Le stuccature realizzate con il materiale di cui al presente paragrafo devono essere realizzate con malta premiscelata pozzolanica a bassissimo assorbimento d'acqua e ad elevate resistenze meccaniche; il materiale deve essere a presa rapida, costituito da una miscela di speciali leganti idraulici, inerti di granulometria calibrata e speciali polimeri.

Il mescolamento deve essere effettuato con adeguato sistema meccanico. La stuccatura deve essere realizzata con la tecnica "fresco su fresco", quindi eseguita nella stessa giornata della posa del lastrico.

1.8 LEGNAMI

Per la nomenclatura delle specie, si farà riferimento alle norme UNI 2853, 2854 e 3917; per le dimensioni degli assortimenti alla UNI 3517, per i difetti alla UNI 3016; per la misurazione e cubatura alla UNI 3518.

I legnami di qualsiasi essenza risponderanno alle prescrizioni di cui al R.D. 10.10.1912 e ss. mm. e successive modifiche e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

1.9 MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, breccie, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

In particolare per gli acciai per opere in cemento armato, cemento armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dal D.M. 9/1/1996.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalla Normativa vigente in materia, dalle norme U.N.I., e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- **Ferro** - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.
- **Acciaio dolce laminato** - L'acciaio extradolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra. Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare.
- **Acciaio per cemento armato** - L'acciaio impiegato nelle strutture in conglomerato cementizio armato dovrà rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14/01/2008 *Norme tecniche per le costruzioni* e al D.M. 9 gennaio 1996, nonché alle prescrizioni di cui agli allegati della circolari applicative. Il Direttore dei lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere, secondo la normativa vigente.
- **Acciaio per strutture metalliche** - L'acciaio impiegato nelle strutture metalliche dovrà rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 punto 2 per acciaio laminato, per acciaio per getti, per acciaio per strutture saldate; gli elettrodi per saldature dovranno rispondere alle prescrizioni ivi contenute e così i bulloni e i chiodi; la fornitura dovrà essere accompagnata dalla certificazione di cui al D.M. 9 gennaio 1996. Il Direttore dei lavori, qualora lo ritenga opportuno, ed a suo insindacabile giudizio, potrà effettuare controlli, a norma del suddetto Allegato 8, anche su prodotti qualificati.
- **L'acciaio resistente alla corrosione atmosferica**, di tipo CORTEN e simili, dovrà corrispondere alle caratteristiche meccaniche previste per il tipo Fe510 dalle vigenti norme tecniche ed inoltre essere idoneo all'impiego alla temperatura di -15° C° senza pericolo di rottura fragile. Pertanto il materiale deve avere una resistenza secondo UNI 4713 non inferiore $3,5 \text{ Kg/cm}^2$ misurata a tale temperatura. Tale tipo di acciaio dovrà essere calmato e la sua analisi chimica dovrà essere tale da determinare nei confronti della corrosione una forte resistenza che gli consenta di essere impiegato allo stato nudo senza la necessità di prevedere un rivestimento protettivo. I bulloni impiegati nelle giunzioni di manufatti in Corten dovranno essere di questo stesso materiale.
- **Ghisa** - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. CHIUSINI IN GHISA dovranno essere fusi in ghisa a grafite sferoidale conformi alla normativa UNI EN 124/86 e quindi suddivisi in 6 classi chiamate: A15, B125, C250, D400, E600, F900 dove i numeri: 15, 125, 250, 400, 600, 900 rappresentano i kN (kilo-Newton) di resistenza. Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:
 - UNI EN 124;
 - la classe corrispondente;
 - il nome e/o la sigla del fabbricante;
 - il riferimento ad un marchio di conformità.

La D.L., a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddette disposizioni di legge.

1.10 CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati

lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato. Tutte le miscele in conglomerato bituminoso, prodotte sia con inerti vergini sia con parte di fresato, devono corrispondere alle seguenti prescrizioni tecniche come caratteristiche granulometriche e fisico-meccaniche.

Qualificazione e Certificazioni

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore è tenuto a predisporre la qualificazione di prodotto di ogni singolo componente tramite certificazione attestante i requisiti di seguito indicati ed a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo più consono, rilasciato dal produttore.

Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio fiduciario o riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

L'appaltatore è altresì tenuto a consegnare i vari certificati di Marcatura CE come da norma cogente vigente.

Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale) ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato fresato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali). Il bitume deve essere del tipo 50/70 con le caratteristiche indicate in Tabella 1.

Tabella 1

Bitume			
Parametro	Normativa	U.M.	Tipo 50/70
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	Dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-54
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99
Punto infiammabilità	UNI EN 22592	°C	230
Viscosità dinamica 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13072-2	Pa*s	≥ 0,15
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1	%	60
Volatilità	UNI EN 12607-3	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	11

Additivi

Il dosaggio di additivi e di additivi d'adesione, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate in Tabella 3, Tabella 4, Tabella 5, Tabella 10, Tabella 11. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 2.

Tabella 2

Parametro	Normativa	U.M.	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Attivanti Chimici Funzionali			
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto.

Data la complessità della metodologia per ricavare le quantità e le caratteristiche del nuovo legante rigenerato, gli studi e le verifiche dovranno essere eseguite presso laboratori esperti con personale qualificato.

La miscela di bitume nuovo Bn e rigenerante (ACF) dovrà avere dei requisiti finali di adesione determinabili mediante la metodologia della Società Autostrade.

Oltre ai requisiti richiesti in termine di valori di Marshall e di percentuali di vuoti residui, ulteriori prove sulle miscele di conglomerato bituminoso potranno, in fase di progettazione del conglomerato, essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (CREEP) UNI-EN 12697-25. L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

Aggregati

Gli aggregati lapidei, di primo impiego o di riciclo da fresato, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio UNI n. 5), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di aggiunta.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati¹, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati in Tabella 3, Tabella 4, Tabella 5 al variare del tipo di strada.

Tabella 3

STRADE EXTRAURBANE PRINCIPALI					
Trattenuto al setaccio UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	U. m.	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	UNI EN 1097-2	%	≤ •25	≤ •25	≤ •20
Micro Deval umida (*)	UNI EN 1097-1	%	≤ •20	≤ 20	≤ •15
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ •90	≥ •90	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	40	30	14-18
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 30	≤ •30	≤ 20
Spogliamento	UNI EN 12697-12	%	≤ •5	≤ •5	0
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤ 1	≤ •1	≤ •1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%		≤ •25	≤ •15
Porosità	UNI EN 1936	%		≤ •1,5	≤ •1,5
CLA	UNI EN 1097-8	%			≥ •45

(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO					
Trattenuto al setaccio UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	U. m.	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	UNI EN 1097-2	%	≤ •30	≤ •30	≤ •20
Micro Deval Umida (*)	UNI EN 1097-1	%	≤ •25	≤ •25	≤ •15
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ •70	≥ •80	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	40	25	14-18
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	≤ •30	≤ •30	≤ •20
Spogliamento	UNI EN 12697-12	%	≤ •5	≤ 5	0
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤ •1	≤ •1	≤ •1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ •30	≤ •30	≤ •15
Porosità	UNI EN 1936	%	≤ 1,5	≤ •1,5	≤ •1,5
CLA	UNI EN 1097-8	%			≥ •45

(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Tabella 5

STRADE URBANE DI QUARTIERE E LOCALI					
Trattenuto al setaccio UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	U.m.	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	UNI EN 1097-2	%	≤ •40	≤ •40	≤ •20
Micro Deval Umida (*)	UNI EN 1097-1	%	≤ •35	≤ •35	≤ •15
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	40	25	14-18
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	≤ •30	≤ •30	≤ ••20
Spogliamento	UNI EN 12697-12	%	≤ •5	≤ •5	0
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤ •2	≤ ••2	≤ ••1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ ••35	≤ ••35	≤ •15
Porosità	UNI EN 1936	%	≤ •1,5	≤ •1,5	≤ •1,5
CLA	UNI EN 1097-8	%			≥ 45

(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Nello strato di usura e nel monostrato la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA 45 (miscela), pari almeno al 40% del totale.

Aggregato fino

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte in Tabella 6, Tabella 7.

Tabella 6

STRADE EXTRAURBANE PRINCIPALI, SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO					
Passante al setaccio UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	U.m.	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	≥ 60	≥ 80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	N.P.	N.P.
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%		≤ 5	≤ 5
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 70	≥ 80	100

Tabella 7

STRADE URBANE DI QUARTIERE E LOCALI					
Passante al setaccio UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	U.m.	Base	Binder	Usura
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	N.P.	N.P.
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%		≤ 5	≤ 5
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 70	≥ 80	100

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

Filler

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 8.

Tabella 8

TUTTE LE STRADE			
Filler			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	U.m.	Base - Binder - Usura
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Passante allo 0.18	UNI EN 933-1	%	100
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≥ 80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Rigden	UNI EN 13179-2	%	30-45
Stiffening Power	UNI EN 13179-2	ΔPA	≥ 5
Rapporto filler/bitume = 1,5			

Conglomerato bituminoso riciclato Per conglomerato bituminoso riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base : < 40%
- conglomerato per strato di collegamento : < 30%

- conglomerato per strato di usura : < 20%

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura; per il tappeto di usura solo materiale proveniente da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Esecutore è tenuto a presentare alla Direzione lavori prima dell'inizio dei lavori.

REQUISITI FISICO-MECCANICI DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Miscele di aggregati

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica e la percentuale di legante totale (compreso il bitume presente

nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, come descritto nei limiti indicati nella Tabella9.

Tabella 9

Serie setacci UNI	Tolleranz a ottimale	Base	Binder	Mono strato	Usura			Malta bituminosa	
					A	B	C	0-8	0-6
40	± 5	100	-	-	-	-	-	-	-
31,5	± 5	84 - 100	-	-	-	-	-	-	-
25	± 5	70 - 93	100	-	-	-	-	-	-
22,4	± 5	65 - 90	90 - 100	-	-	-	-	-	-
20	± 5	59 - 85	81 - 100	-	100	-	-	-	-
18	± 5	-	-	100	-	-	-	-	-
16	± 5	50 - 76	69 - 91	77 - 100	80 - 100	100	-	-	-
14	± 5	46 - 70	62 - 86	70 - 92	69 - 93	85 - 100	100	-	-
12,5	± 5	42 - 67	58 - 82	57 - 80	62 - 88	78 - 100	90 - 100	-	-
10	± 5	37 - 60	50 - 75	48 - 70	52 - 78	67 - 90	78 - 95	100	-
8	± 5	33 - 54	43 - 68	42 - 62	45 - 70	58 - 80	66 - 88	90 - 100	-
6,3	± 5	29 - 49	37 - 61	32 - 50	38 - 62	49 - 70	57 - 79	76 - 95	100
5	± 5	-	-	-	-	-	-	64 - 85	80 - 100
4	± 3	23 - 41	29 - 50	22 - 37	30 - 50	38 - 56	43 - 65	55 - 76	65 - 85
2	± 3	17 - 32	19 - 37	16 - 29	22 - 38	25 - 41	29 - 46	35 - 53	40 - 58
1	± 3	12 - 25	13 - 27	11 - 22	15 - 29	17 - 30	20 - 35	24 - 38	28 - 42
0,5	± 3	8 - 19	9 - 20	8 - 17	10 - 22	12 - 22	14 - 26	17 - 28	20 - 32
0,25	± 3	6 - 14	6 - 15	6 - 13	7 - 17	8 - 17	10 - 19	12 - 20	15 - 24
0,125	± 3	4 - 10	4 - 10	5 - 10	5 - 13	6 - 13	7 - 14	9 - 15	12 - 18
0,063	± 1	3 - 7	3 - 8	5 - 5,5	4 - 9	5 - 10	6 - 10	7 - 12	10 - 14
% di bitume Rapporto Bitume/Filler	± 0,3	4 - 4,5 1 - 1,2	4,5 - 5 1 - 1,4	1 - 1,5	4,8 - 5,3 1 - 1,5	5,0 - 5,5 1 - 1,7	5,3 - 5,8 1 - 2	5,8 - 6,3	6 - 7
Spessori cm.		8 - 14	7 - 12	8 - 10		5 - 8	4 - 6	2	1 - 2

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder, binder monostrato, il tappeto di usura e la malta

Tabella 10

METODO VOLUMETRICO		Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	U.M.	Base	Binder tutti	Usura	
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02			
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30			
Pressione verticale	Kpa	600			
Diametro del provino	mm	150			
Risultati richiesti					
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14	
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4 – 8	4 – 7	3 – 5	
Vuoti a 180 rotazioni	%	<8	<6	<6	
Resistenza trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm2			> 0,6	
Coefficiente trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm2			>50	
Perdita di resistenza traz. ind. a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25	
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con DG					
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria					

(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con DG
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

Tabella 11

METODO MARSHALL		Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	U.M.	Base	Binder	Usura	
Costipamento	75 colpi x faccia				
Risultati richiesti					
Stabilità Marshall	KN	>9	>11	>12	
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 2,5	> 3	> 3,5	
Vuoti residui (*)	%	4 - 8	4 - 7	3 - 5	
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25	
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm2			> 0,7	
Coefficiente trazione indiretta a 25 °C	N/mm2			> 70	
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con DM					

(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con DM

bituminosa sono riportate in Tabella 10 ed in Tabella 11.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della DG) deve essere

sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

- ACCETTAZIONE DELLE VARIE MISCELE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

L'appaltatore è tenuto a presentare alla direzione lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi "mix-design" effettuati.

Una volta accettato da parte della direzione lavori lo studio della miscela proposto, l'appaltatore deve attenersi rigorosamente.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

- TOLLERANZE SUI RISULTATI

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 5 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

- PRODUZIONE DELLE MISCELE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato deve essere prodotto mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura $> 120^{\circ}\text{C}$. Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego

del riciclato deve essere sospeso. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180°C e quella del legante tra 150°C e 160°C , in rapporto al tipo di bitume impiegato

1.11 SEGNALI E SEGNALETICA STRADALI

La segnaletica orizzontale e verticale sarà realizzata conformemente e nel rispetto delle disposizioni tecnico- normative del Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. n. 285/1992 del 30 Aprile 1992) e del relativo Regolamento di Attuazione (D.P.R.n.495/1992 del 16 Dicembre 1992) e s.m. e i. e ulteriori norme di riferimento (Norme UNI EN 1436)

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare campioni rappresentativi per la relativa accettazione preliminare.

Le vernici rifrangenti dovranno essere del tipo con perline di vetro premiscelate e dovranno essere costituite

da pigmenti di biossido di titanio per la vernice bianca o giallo cromo per quella gialla. Il liquido portante dovrà essere del tipo olio resinoso con la parte resinosa sintetica. Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/kg. La vernice deve essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione, deve avere buona resistenza all'usura sia del traffico sia degli agenti atmosferici e deve presentare una visibilità e rifrangenza fino alla completa consumazione. Dovranno avere inoltre le seguenti caratteristiche:

Essiccamento: al tatto = 10' percorribile circa 35'

Sedimentazione: dopo 15 giorni di immagazzinamento non dovrà riscontrarsi nel barattolo deposito duro sul fondo. È tollerato uno strato soffice che possa facilmente riportarsi in sospensione con semplice rimescolamento.

Formazione di pellicola: Sulla superficie della vernice contenuta in un barattolo mantenuto aperto per 12 ore

non dovrà essere rilevata la presenza di pellicola superficiale.

Resistenza: La vernice dovrà avere buona resistenza all'abrasione, buona resistenza agli agenti atmosferici e rifrangenza costante fino a completa consumazione. Dovrà inoltre essere applicabile, con buona aderenza, su tutti i tipi di pavimentazione stradale e non dovrà dar luogo a fenomeni di sanguinamento quando applicata su conglomerati bituminosi.

Composizione: Solvente 17% in peso Veicolo 16% in peso

Pigmento	37%	in	peso
Perline 30% in peso			

Solvente:	idrocarburi	alifatici	ed	aromatici
Veicolo: del tipo oleoresinoso sintetico				

Pigmento: costituito per almeno il 55% di biossido di titanio o di cromato di piombo Perline:

- devono essere di vetro incolore chiaro trasparente;
- non più del 10% delle perline deve essere costituito da sferoidi fusi di forma tale che il rapporto tra gli assi minore o maggiore sia dello 0,9 od inferiore;
- sottoposte all'azione degli acidi e del cloruro di calcio, non devono, al termine delle prove, presentare opacizzazioni;

Le caratteristiche granulometriche delle perline, determinata con setacci della serie U S Standard, devono essere le seguenti:

- perline passanti attraverso setaccio n° 70 = 100%
- perline passanti attraverso setaccio n° 80-85 = 100%
- perline passanti attraverso setaccio n° 140 = 15/55%
- perline passanti attraverso setaccio n° 230 = 10%

ARTICOLO 2. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori, definitivi e provvisori, saranno eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e secondo le prescrizioni che in corso di esecuzione verranno impartite dalla Direzione dei Lavori, rimanendo stabilito che l'Impresa attuerà, a sua cura e spese, tutti i provvedimenti necessari per prevenire danni sia alle persone, sia alle cose, intendendosi pertanto, che l'Amministrazione appaltante resterà sollevata ed indenne da qualsiasi

responsabilità verso terzi e da qualunque molestia giudiziaria che dovesse derivare dall'esecuzione dei lavori.

In particolare l'Impresa dovrà adottare tutte le cautele ed i mezzi d'opera atti a prevenire danni che potessero verificarsi ai fabbricati, servizi e beni circostanti, in dipendenza dell'esecuzione dei lavori ed accertare eventualmente in contraddittorio con i proprietari od enti interessati, la consistenza dei fabbricati, beni o servizi, rimanendo fin d'ora pattuito che l'Impresa ed essa sola è responsabile degli eventuali danni ad essi arrecati e come tale è tenuta al loro risarcimento.

In genere l'Appaltatore avrà la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale.

L'Amministrazione Comunale si riserva il diritto insindacabile di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che crederà più conveniente, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Per tutte quelle categorie di lavoro per le quali non si trovino nel presente Capitolato prescritte speciali norme, l'Appaltatore dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica, attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione dei Lavori.

ARTICOLO 3. CONTROLLO PROVE E CONSEGNA DEI MATERIALI

L'Impresa ha l'obbligo di ammettere, nei propri cantieri, il personale indicato dalla Direzione dei Lavori per la sorveglianza e controllo nella preparazione dei conglomerati cementizi in centrali di betonaggio, dei pietrischetti bitumati e dei conglomerati bituminosi, fornire personale e mezzi per l'accertamento delle prescrizioni di Capitolato.

Le prove comprovanti l'idoneità dei materiali impiegati dovranno essere fatte da laboratori universitari autorizzati a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Appaltatore.

La consegna dei materiali dovrà avvenire nelle strade a piè d'opera, o nei cantieri comunali o nelle piazzole predisposte in qualunque località del territorio comunale a cura dell'Impresa, secondo gli ordini ricevuti.

Sono a carico dell'Impresa tutte le operazioni di carico, trasporto e scarico, accatastamento e misura dei materiali, essendo tali oneri compresi nei prezzi unitari.

Le forniture avranno la durata prevista nell'apposito articolo, ma l'Amministrazione si riserva il diritto di richiederle in quelle quantità e con la gradualità che riterrà necessaria, stabilendo, di volta in volta, con buoni di ordinazione i quantitativi di materiale ed i termini di consegna senza che l'Impresa abbia diritto a compenso alcuno.

L'Appaltatore dovrà recarsi tutti i giorni presso la Direzione Lavori per ricevere i relativi ordini.

I materiali misurabili a volume secondo l'Elenco Prezzi, potranno essere misurati al loro arrivo con carico assestato nel camion, oppure in cataste di forma geometrica disposte a cura dell'Impresa.

L'Impresa si obbliga a consegnare i materiali con automezzi muniti di cassone regolare, col carico perfettamente spianato, senza vuoti, né cumuli, in modo che risulti un perfetto parallelepipedo.

Il personale del Comune ha l'obbligo di respingere i carichi che non corrispondono al solido di parallelepipedo.

I materiali valutabili a peso dovranno essere accompagnati da note pesi controllabili con le bascule dei cantieri od alla pesa pubblica.

Ogni carico inoltre, dovrà essere accompagnato da un buono di consegna con l'indicazione esatta del materiale corrispondente alle voci di Capitolato e della misura dei materiali.

ARTICOLO 4. SCAVI E DEMOLIZIONI

Gli scavi, comunque occorrenti, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la D.L. in sede esecutiva. Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà dell'Amministrazione: la D.L. ne disporrà il riutilizzo se ritenuti idonei, oppure l'allontanamento a pubblica discarica o ai magazzini comunali.

4.1 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento si intendono quelli necessari all'apertura della sede stradale, piazzali etc. e comunque quelli occorrenti per l'impianto di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Detti scavi dovranno essere dall'Impresa convenientemente armati con sbadacchiature od anche, se la natura del terreno lo richiede, con casseri a tenuta.

Degli eventuali franamenti di scarpate, dovuti a deficiente armatura dei cavi od altra causa qualsiasi, non sarà tenuto conto agli effetti contabili.

Il volume degli scavi verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate.

4.2 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali (o meno) e riproducenti il perimetro delle fondazioni.

Dovranno essere spinti alla profondità ritenuta necessaria dalla D.L. e/o indicata negli elaborati progettuali.

Sono da considerarsi scavi di fondazione anche quelli eseguiti per dar luogo a fogne, condotti, fossi e cunette, per la parte che ricade sotto il piano di splateamento.

La cubicità degli sterri sarà desunta dal cavo effettuato secondo i disegni di progetto e gli ordini ricevuti, senza tener conto dell'aumento di volume delle materie escavate, né del volume che provenisse

da smottamenti e frane dovute a qualsiasi causa, essendo stato tale onere considerato nello stabilire il prezzo degli sterri di che all'unito elenco.

Per la misurazione degli sterri, come di tutte le altre opere, si adotteranno metodi esclusivamente geometrici.

I rinterrì dovranno essere pestonati a strati di altezza non superiore ai cm. 30, in modo da evitare qualsiasi cedimento e dovranno essere sagomati nella superficie superiore secondo i piani che verranno dati dalla Direzione dei Lavori. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti al disotto di 20 cm. dal livello a cui si stabiliscono le acque filtranti.

4.3 DEMOLIZIONI

Le demolizioni si eseguiranno in modo da non danneggiare le eventuali rimanenti parti delle opere da conservare, rimanendo a carico dell'Appaltatore il ripristino delle parti indebitamente demolite o danneggiate.

I materiali inutilizzabili di risulta verranno portati al pubblico scarico a cura e spese dell'Impresa stessa.

I materiali idonei resteranno di proprietà dell'Amministrazione e potranno essere reimpiegati: competerà all'Appaltatore l'onere di trasporto e accatastamento nei depositi indicati dalla D.L.

L'Impresa rimane responsabile delle rotture e dei guasti, che per negligenza o malanimo si verificassero nei materiali stessi, pertanto, prima di iniziare i lavori dovrà essere accertato lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire.

Se non diversamente disposto, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, il tipo e la quantità di opere provvisorie, il tipo dei macchinari, la quantità di personale. L'Amministrazione, la D.L. ed il personale preposto alla sorveglianza resteranno esclusi da responsabilità connesse all'esecuzione dei lavori cui trattasi.

4.4 SMONTAGGIO DI PAVIMENTAZIONI IN LASTRICO

Le operazioni di smontaggio di pavimentazioni in lastrico devono essere effettuate al fine di consentire il riutilizzo del materiale rimosso, evitandone il danneggiamento. In nessun caso è consentita la demolizione del lastrico esistente, né il suo allontanamento dall'area di cantiere (salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori).

Lo smontaggio del lastrico esistente deve essere eseguito sviluppando le seguenti operazioni:

esecuzione di rilievo grafico e fotografico delle quote, delle pendenze longitudinali e trasversali, della disposizione e misura dei filari o comunque della geometria della pavimentazione, della posizione di eventuali pezzi speciali della pavimentazione, nonché di tutte le altre caratteristiche funzionali al ripristino della pavimentazione; tali rilievi dovranno essere custoditi presso il cantiere e forniti su supporto digitale alla Direzione Lavori prima dell'avvio delle operazioni di smontaggio;

esecuzione di taglio con sega diamantata ad acqua in corrispondenza dei giunti della pavimentazione, spinto fino alla profondità dell'allettamento del lastrico esistente; è da evitarsi in ogni caso il taglio delle lastre esistenti;

rimozione del lastrico mediante scalzamento tramite mezzi manuali e/o meccanici, operando sulla faccia inferiore degli elementi lapidei e comunque evitandone il danneggiamento nella faccia superiore e sui bordi;

esecuzione di cernita degli elementi non più riutilizzabili, dietro supervisione della Direzione Lavori; tali elementi non più riutilizzabili dovranno essere debitamente smaltiti in discarica o in impianti di recupero autorizzati;

esecuzione di pulizia, scalcinatura, rimozione di eventuali residui di malta e/o conglomerato bituminoso e/o vernice dalle lastre smontate;

esecuzione di eventuale riquadratura degli elementi di lastrico rimosso per l'eliminazione di spigoli, punte e rotture, secondo le indicazioni della Direzione Lavori;

esecuzione di accatastamento in cantiere del materiale da riutilizzarsi nel cantiere stesso e/o impancalamento del lastrico rimosso e riutilizzabile e suo trasporto presso i depositi comunali secondo indicazioni della Direzione Lavori;

esecuzione di carico, trasporto, scarico e conferimento a discarica o ad impianto di recupero autorizzato del materiale di risulta.

Il lastrico smontato dovrà essere impancalato previa selezione al fine di formare pancali omogenei per dimensioni e forme delle lastre. I pancali dovranno essere formati in maniera che non sia pregiudicata la stabilità del materiale impancalato, definendo quindi, in funzione delle caratteristiche del lastrico smontato, il numero massimo di lastre destinabili al singolo pancale, il numero di strati sul singolo

pancale ed il suo peso complessivo; dovranno essere impiegati pancali in legno in ottime condizioni, privi di rotture e/o inumidimenti; il materiale posto sui pancali dovrà essere fasciato con teli trasparenti in PVC, PE o simili.

Esclusivamente in caso di riutilizzo previsto in loco, previo accordo con la Direzione Lavori, si potrà prevedere l'accatastamento del lastrico smontato all'interno dell'area di cantiere, nel rispetto delle previsioni progettuali e delle relative prescrizioni in tema di sicurezza del cantiere.

Si evidenzia che, durante l'esecuzione delle operazioni di smontaggio della pavimentazione e di scavo, è specifico compito ed obbligo dell'Appaltatore la segnalazione di eventuali guasti o rotture delle infrastrutture presenti nel sottosuolo, quali ad esempio reti di sottoservizi, allacci, pozzetti, cavidotti, nonché la segnalazione di eventuali rinvenimenti a carattere archeologico o simili. In esito a tali rinvenimenti, si dovrà avvisare la Direzione Lavori; resta inteso che, qualora ciò comportasse la necessita di lavori da parte dell'A.C. o di soggetti terzi, l'Operatore è tenuto a consentirne l'esecuzione, cedendo temporaneamente parte del cantiere o anche sospendendo le proprie attività, al fine di completare il ripristino della pavimentazione in un'unica volta nell'ottica dell'interesse pubblico.

ARTICOLO 5. MOVIMENTI DI MATERIE E FORMAZIONE CORPO STRADALE

5.1 GENERALITÀ E DEFINIZIONI

Il corpo stradale è il solido altimetricamente compreso tra il piano di campagna e il piano viabile. Al di fuori dei tratti occupati da opere d'arte maggiori (ponti, viadotti e gallerie), il corpo stradale si realizza attraverso movimenti di materie con la costruzione di rilevati e l'apertura di trincee.

Il rilevato è la porzione del corpo stradale altimetricamente compresa tra il suo piano di posa (di norma complanare a quello di campagna) e quello di posa della sovrastruttura stradale.

Il corpo del rilevato è la porzione di rilevato altimetricamente compresa tra il suo piano di posa e il piano di posa del sottofondo.

Il sottofondo è lo strato di materiale (tradizionalmente terroso) costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire adeguato appoggio alla sovrastruttura; tale deve considerarsi il materiale sino ad una profondità alla quale le azioni indotte dai carichi mobili sono apprezzabili ed influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 100 cm).

Nei movimenti di materiali si distinguono le seguenti lavorazioni:

lo smacchiamento generale (taglio di alberi arbusti e cespugli, estirpazioni delle radici), nonché lo scoticamento e la rimozione del terreno vegetale (o a rilevante contenuto di sostanze organiche);

gli scavi di sbancamento per l'apertura della sede stradale in trincea, per la predisposizione dei piani di appoggio dei rilevati e per le opere di pertinenza stradali;

gli scavi a sezione ristretta per l'impianto di opere d'arte, gli scavi subacquei, le demolizioni, gli scavi in roccia;

la formazione dei rilevati, compreso lo strato superiore di questi su cui poggia la pavimentazione stradale (sottofondo).

Per la costruzione dei rilevati e dei sottofondi è consentito l'impiego sia di materiali naturali, sia di materiali riciclati provenienti da attività di costruzione o demolizione o di scarto di processi industriali trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 febbraio 1998. I materiali riciclati possono essere miscelati tra loro e anche con terre naturali.

L'adozione di tecnologie, materiali e prodotti di tipo innovativo, diversi dalle terre, può essere prevista nel progetto; in questi casi, per la qualificazione e i controlli dei materiali, l'Impresa deve attenersi alle specificazioni di progetto.

In presenza di esigenze tecniche particolari, l'Impresa può anche proporre l'impiego di materiali non previsti espressamente in progetto, ma sempre nel rispetto del quadro economico. In questo caso i materiali devono essere sottoposti, prima del loro impiego, ad adeguate verifiche e, se necessario, a prove di laboratorio per accertarne l'idoneità alla particolare utilizzazione prevista, secondo le specifiche indicate nei paragrafi seguenti. Gli oneri delle prove e delle verifiche sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

5.2 Discariche e luoghi di deposito

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate per la costruzione dei rilevati, per i riempimenti ed i ricoprimenti devono essere portate a rifiuto nelle discariche individuate in progetto ovvero nel rispetto delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può proporre, in aggiunta o in variante di queste, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori e degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Si deve in ogni caso evitare che le materie depositate possano arrecare danni (sia nel breve che nel lungo termine) alle opere realizzate ed alle proprietà limitrofe, come pure essere causa d'instabilità dei terreni adiacenti ed ostacolo al libero deflusso delle acque.

In relazione alle cubature da conferire a discarica (ed eventualmente anche da mettere a deposito provvisorio), in siti non previsti o non esaurientemente trattati in progetto, l'Appaltatore è tenuto a produrre:

- gli studi di stabilità e d'integrazione ambientale della discarica, particolarmente per quanto riguarda l'idrologia superficiale e profonda e l'impatto paesaggistico;
- le autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti in materia, in accordo alle norme ed ai regolamenti vigenti, come pure quelle relative all'occupazione dei terreni, da parte dei proprietari.

In linea generale i materiali idonei provenienti dagli scavi devono essere utilizzati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterri, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

I luoghi di deposito della terra vegetale da utilizzarsi per il ricoprimento delle scarpate e per la realizzazione di opere in verde, in particolare, debbono essere sistemati in modo da evitare venute e ristagni d'acqua, capaci di impedire l'ossigenazione della terra stessa. I cumuli di terra vegetale disposti con scarpate generalmente di 3/2, non devono superare l'altezza di 3,00 metri, particolarmente nel caso in cui il piano d'impiego preveda attese superiori di più di sei mesi.

Nella sistemazione dei depositi di terra vegetale, inoltre, l'Impresa ha l'obbligo:

- di utilizzare modalità operative e mezzi idonei ad evitare ogni costipamento ed assestamento della terra;
- di mantenere i depositi provvisori esenti da vegetazione indesiderata, procedendo alla falciatura delle erbe infestanti, prima della fioritura, ovvero al diserbamento, anche mediante l'impiego di diserbanti, se accettati dalla Direzione dei Lavori in relazione al loro rischio ambientale.

L'Impresa deve produrre, anche per le cave di deposito temporaneo e permanente, se necessario a modifica o integrazione del progetto, calcoli geotecnici ed elaborati di controllo e salvaguardia ambientale, in analogia a quanto sarà illustrato per le cave di prestito.

5.3 piante di produzione di materiali riciclati

Per il presente articolo e per tutte le lavorazioni con materiali riciclati, per tutto quanto non esposto nel presente Capitolato, si farà riferimento al Capitolato Speciale di Appalto tipo a carattere prestazionale per l'utilizzo di materiali inerti riciclati da costruzione e demolizione della Regione Toscana (approvato con D.G.R.T. n. 337 del 15/05/2006).

Gli impianti di produzione di inerti riciclati devono essere qualificati dalla Direzione Lavori per stabilirne l'idoneità alla fornitura del materiale, nonché la rispondenza alle prescrizioni metodologiche del processo di cui al punto 7.1.3 del D.M. 05/02/98 –Allegato1.

Le modalità di trattamento e di miscelazione dei residui delle attività dalle quali viene generato l'aggregato possono influire notevolmente sulla qualità del prodotto finale.

Per ottenere con maggiore certezza costanti risultati in opera, il materiale da riciclo deve mantenere elevati livelli di costanza granulometrica e di composizione.

In relazione alla variabilità della provenienza dei materiali in arrivo all'impianto, dalla quale può conseguire una disuniformità del comportamento in opera, gli aggregati riciclati possono essere impiegati unicamente se facenti parte di lotti previamente caratterizzati. I risultati delle prove di laboratorio su campioni, da prelevare secondo le modalità di seguito indicate, sono da ritenersi rappresentativi del solo lotto sul quale è stato effettuato il campionamento.

I singoli lotti di prodotto devono essere stoccati su un piano di posa stabile, pulito, regolare e ben drenato, in modo che risultino ben separati e distinguibili gli uni dagli altri. I lotti hanno di norma dimensioni variabili da 500 a 3000 m³.

Il campionamento deve essere eseguito a cura del Personale del Laboratorio specializzato che effettua le prove sul materiale e che redige il relativo Certificato di prova.

Durante l'esecuzione delle campionature devono essere annotate e riportate in apposito Verbale di prelevamento tutte le notizie che possono concorrere a fornire utili indicazioni sulla rappresentatività dei campioni prelevati, sulla loro ubicazione e sulle condizioni dei cumuli.

Ciascun campione deve essere tenuto separato dagli altri, chiuso in un contenitore contraddistinto da etichetta chiara ed inalterabile, e poi trasportato adottando precauzioni idonee ad evitare l'alterazione

delle caratteristiche del materiale, la variazione della granulometria, la segregazione e la perdita di materiale fine.

5.4 QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI MATERIALI RICICLATI

I materiali riciclati sono classificati, secondo quanto riportato nella Norma UNI EN 13285/04.

L'intrinseca variabilità di provenienza dei materiali che compongono gli aggregati riciclati impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti omogenei, allo scopo di evitare disuniformità di comportamento dopo la messa in opera.

La composizione delle miscele contenenti aggregati riciclati deve essere determinata mediante separazione visiva, utilizzando le modalità sperimentali riportate in Appendice A della Norma UNI EN 13285 e deve essere conforme, per ciascuna delle categorie di cui sopra, alla relativa composizione.

I materiali da utilizzare nelle opere previste nel presente Capitolato potranno essere ottenuti impiegando o materiali appartenenti ad una sola delle categorie di cui sopra oppure miscelando in opportune proporzioni materiali appartenenti a categorie diverse con eventuali integrazioni di materiale naturale, nel rispetto dei limiti di composizione di seguito indicati per le varie categorie di lavoro.

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11. e 7.17. del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802/2002).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤ 1 %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in cemento armato, tale valore deve essere $\leq 0,5$ %. Si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, materiali con un contenuto di solfati e solfuri maggiore del limite suddetto purché vengano rispettati i limiti previsti dal citato D.M. del 05/02/98.

5.5 ESECUZIONE DEI LAVORI

5.5.1 Scavi e demolizioni per la formazione del corpo stradale ex novo

Si esaminano in questo paragrafo le lavorazioni per lo smacchiamento generale dei siti d'impianto del corpo stradale, per lo scoticamento, per lo sbancamento e lo scavo a sezione ristretta, con o senza la presenza di falda freatica, per la demolizione di opere murarie e la scomposizione di strati rocciosi.

Gli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale (compresi quelli per la sistemazione del piano di posa dei rilevati e per far luogo alla pavimentazione ed alla bonifica del sottofondo stradale in trincea), nonché quelli per la formazione di cunette, fossati, passaggi, rampe e simili, sono eseguiti secondo le forme e le dimensioni riportate negli elaborati grafici di progetto ed in conformità a quanto eventualmente ordinato per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta ad adottare ogni cautela ed esattezza nel sagomare i fossi, nel configurare le scarpate ed i piani di fondazione e nel profilare i cigli della strada.

L'Appaltatore è tenuto a consegnare le trincee alle quote e secondo i piani prescritti, con scarpate ben spianate e regolari, con cigli ben tracciati e profilati; lo stesso deve procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, rimanendo obbligato, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, alle necessarie riprese e sistemazioni delle scarpate, nonché allo spurgo dei fossi e delle cunette.

Prima dell'esecuzione delle trincee e dei rilevati, l'Impresa deve provvedere tempestivamente all'apertura di fossi anche provvisori, di eventuali canali fugatori e di quanto altro occorra per assicurare il regolare smaltimento e deflusso delle acque, nonché gli esaurimenti delle stesse, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa deve provvedervi a sua cura e spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Impresa deve ripristinare le previste geometrie, utilizzando materiali idonei.

Nell'ambito dei movimenti di terra l'Impresa deve procedere, preliminarmente, al taglio degli alberi, degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle ceppaie e delle radici.

I prodotti dello smacchiamento, salvo diversa indicazione specificamente prevista, sono lasciati a disposizione dell'Imprenditore che ha l'obbligo e la responsabilità del loro trasporto, a qualsiasi distanza, in siti appositamente attrezzati per l'incenerimento (osservando le prescritte misure di sicurezza) ovvero in discariche abilitate alla loro ricezione.

Prima di dar luogo agli scavi l'Impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. Nei tratti di trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione del

materiale successivamente estratto, se questo deve essere utilizzato per la formazione dei rilevati. Parimenti, l'impresa deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde, procedendo, nel caso della gradonatura del piano di posa dei rilevati, per fasi successive, come indicato nell'articolo relativo a questa lavorazione.

L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentito: provvede, quindi, a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di arginelli e per altre opere di sistemazione a verde (spartitraffico centrale e laterale, isole divisionali, ricoprimento superficiale di cave e discariche, ecc.).

I depositi provvisori di terra vegetale vanno sistemati come descritto nell'articolo 53.4.1.

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, devono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

Sono denominati di sbancamento gli scavi occorrenti per:

- l'apertura della sede stradale, dei piazzali e delle pertinenze in trincea secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che può dare la Direzione Lavori in sede esecutiva;
- la formazione dei cassonetti, per far luogo alla pavimentazione ed all'eventuale bonifica del sottofondo stradale in trincea;
- la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature previste in progetto, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%;
- lo splateamento del terreno per far luogo alla formazione di piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, orlature e sottofasce;
- la formazione di rampe incassate, cunette di piattaforma;
- gli allargamenti di trincee, anche per l'inserimento di opere di sostegno, ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti per l'ammorsamento di parti aggiuntive del corpo stradale;
- l'impianto delle opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, muri di sostegno, ecc.) per la parte ricadente al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o di quello degli splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato, considerandosi come terreno naturale anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi.

Inoltre, sono considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione agevolmente accessibili, mediante rampa, sia ai mezzi di scavo, sia a quelli di trasporto delle materie, a pieno carico.

In presenza di terreni sensibili all'acqua e ove si adottino procedimenti di estrazione a strati suborizzontali, le superfici di lavoro devono presentare sufficiente pendenza verso l'esterno (generalmente non inferiore al 6%) su tutta la loro larghezza. Ciò, fino a quando non sarà raggiunto il piano di sbancamento definitivo (piano di posa della pavimentazione o piano di imposta della sottofondazione di trincea).

Quest'ultimo deve risultare perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato secondo le pendenze previste nei disegni e nelle sezioni trasversali di progetto. Generalmente, dette pendenze debbono risultare non inferiori al 4%, per permettere un allontanamento delle acque sufficientemente rapido.

I piani di sbancamento debbono essere rullati alla fine della giornata di lavoro o, immediatamente, in caso di minaccia di pioggia.

Per scavi a sezione ristretta si intendono:

- quelli chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano è fissato (da progetto o, in difformità, su motivato parere della Direzione Lavori) per l'intera area o per più parti in cui questa può essere suddivisa, in relazione all'accidentalità del terreno ed alle quote dei piani finiti di fondazione.

Qualunque sia la loro natura, detti scavi debbono essere spinti, su motivato ordine scritto della Direzione Lavori, a profondità maggiori di quanto previsto in progetto, fino al rinvenimento del terreno dalla capacità portante ritenuta idonea. L'eventuale approfondimento non fornisce all'Appaltatore motivo alcuno perecezioni e domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento (a misura) del maggior lavoro eseguito, secondo i prezzi contrattualmente stabiliti in relazione alle varie profondità.

Il fondo degli scavi deve risultare perfettamente piano o disposto a gradoni, secondo i profili di progetto o secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori.

In ogni caso, devono essere presi provvedimenti per evitare ristagni d'acqua sull'impronta delle fondazioni delle opere d'arte, come pure convogliamenti ed immissioni di acque superficiali di ruscellamento all'interno degli scavi aperti.

Le pareti degli scavi, come già detto, sono di norma verticali o subverticali; l'Impresa, occorrendo, deve sostenerle con idonee armature e sbatacchiature, rimanendo responsabile per ogni danno a persone e cose che possa verificarsi per smottamenti delle pareti e franamenti dei cavi.

Ove ragioni speciali non lo vietino, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti a scarpa, con pendenza minore di quella prevista nei disegni di progetto; in tal caso, nulla è dovuto per i maggiori volumi di scavo e riempimento eseguiti di conseguenza.

L'Impresa deve provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed ai getti, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.

Per gli scavi di fondazione si applicano le norme previste dal D.M. 11/3/1988 e ss. mm.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti.

L'Impresa deve eliminare ogni impedimento e ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fugatori.

Gli scavi a sezione ristretta sono considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Sono eseguiti con mezzi idonei all'operatività sotto battente d'acqua ovvero previo sollevamento meccanico e smaltimento delle portate.

L'allontanamento dell'acqua deve essere eseguito con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi debbono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

L'Impresa è tenuta a demolire murature e fabbricati ricadenti nelle aree d'impronta del solido stradale con i mezzi che ritiene più opportuni, incluso l'impiego di esplosivi nel rispetto delle Norme vigenti. Nei tratti in trincea la demolizione delle opere murarie deve essere spinta fino ad un metro al di sotto del piano di posa della pavimentazione stradale; nei tratti in rilevato fino a raso campagna o del profilo naturale del terreno.

In ogni caso, prima di procedere alla demolizione di fabbricati, l'Impresa è tenuta a darne tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori.

I materiali provenienti dalle demolizioni sono portati a rifiuto solo se ciò è previsto in progetto, ovvero se ritenuti non idonei all'impiego da parte della Direzione Lavori. In caso di idoneità sono conferiti agli impianti di trattamento.

Nel caso che i materiali di scavo siano destinati al reimpiego, essi devono essere trasportati direttamente in opera o in aree di deposito; in questo caso devono essere custoditi opportunamente, eventualmente trattati per correggerne la granulometria, in relazione alla destinazione prevista, successivamente ripresi e trasportati nelle zone di impiego.

Gli scavi in roccia di qualsiasi natura e consistenza, comunque fessurata o stratificata, e le demolizioni dei manufatti sono eseguiti con i mezzi che l'Appaltatore ritiene più convenienti, ivi compreso l'uso di mine.

Nell'impiego di esplosivo l'Impresa deve curare che la scarpata risultante non presenti fratture né dislocazioni di masse: qualora si accertasse la presenza di tali indesiderati fenomeni, prodotti dalla tecnica

di scavo, l'Impresa deve provvedere a sue spese a disaggi, sarciture e/o bloccaggi, secondo un programma concordato con la Direzione Lavori.

Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di impianti a rete di ogni genere, deve essere attuato con opportune cautele, in modo da evitare, sia la proiezione a distanza del materiale ed il danneggiamento delle proprietà limitrofe, sia effetti vibrazionali nocivi, che debbono essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.

Nel reimpiego dei materiali provenienti dagli scavi l'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, come piano dettagliato delle lavorazioni.

L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

5.5.2 Demolizione delle sovrastrutture esistenti realizzata con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura esistente legata a bitume, per l'intero spessore o parte di esso, deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico di materiale fresato; potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (con preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire e non producano emissioni inquinanti.

Tutte le attrezzature devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Committente; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di fresatura risulti (secondo un insindacabile giudizio della D.L.) idoneo per il riutilizzo. La superficie dello strato restante in opera dopo la fresatura (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati, polveri o altri materiali, che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera.

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti in progetto o dalla D.L.. 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 fresatura; senza questo parere le fresature verranno compensate con i centimetri di spessore indicati in progetto o negli ordinativi di lavoro; in ogni caso il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali più quella della parte centrale dello strato fresato.

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

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm, potrà essere fatta con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono fare due passaggi, di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato. Le pareti dei giunti longitudinali devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, la superficie risultante dalla fresatura e le pareti del cavo devono essere perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano d'attacco di legante bituminoso prevista in progetto o indicata dalla D.L..

La demolizione dell'intera sovrastruttura legata a bitume può anche essere eseguita con impiego d'attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti laterali dello scavo devono essere 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 devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita se su di esso vanno ricostruiti strati legati.

I conglomerati bituminosi riciclati dalle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito "fresati" sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti, sottoposte a successiva frantumazione. Essi possono essere utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con o senza altri materiali vergini oppure per la costruzione di rilevati seguendo le specifiche del caso riportate per i materiali riciclati. L'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori.

Se il fresato non è utilizzato in cantiere per il confezionamento in sito di conglomerati bituminosi, esso deve essere "messo in riserva" e il suo impiego definitivo deve rispondere a quanto prescritto dal decreto legislativo del 5 febbraio 1998. In particolare, la messa in riserva e l'impiego di fresato per gli usi sopra descritti, al di fuori dei conglomerati bituminosi, è subordinato all'esecuzione del "test di cessione" sul rifiuto eseguito sul materiale tal quale, secondo il metodo riportato in allegato n° 3 al Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente del 5 febbraio 1998. I materiali risultanti positivi o vengono inertizzati prima dell'uso (per lavaggio o per rivestimento con calce) o devono essere inviati a discarica autorizzata.

Il fresato posto in riserva deve essere accuratamente stoccato in cumuli separati dagli altri inerti. La durata della messa a riserva provvisoria non deve mai superare un anno, ed il suo utilizzo al di fuori dei conglomerati bituminosi deve essere accompagnato da un progetto da presentare con la richiesta di sistemazione definitiva.

5.5. 3 Sottofondo

Il sottofondo, in generale, può essere realizzato con la stesa di uno o più strati, ciascuno avente spessore non superiore a 30 cm, salvo diverse indicazioni risultanti dalla sperimentazione su campo prove. Lo spessore totale dello strato di sottofondo dipende dalla natura del materiale utilizzato, dalla portanza del supporto e da quella assunta in progetto per il piano di posa della sovrastruttura. La capacità portante del sottofondo deve essere corrispondente ai dati di progetto e quindi occorre verificarla prima della posa in opera della fondazione. In lavori di manutenzione può capitare che il sottofondo sia costituito da strati anche legati, in parte fessurati, della pavimentazione preesistente all'intervento: qualora questi strati non contengano leganti bituminosi la valutazione sarà analoga a quella del sottofondo non legato.

Non tutti i materiali adottati per la costruzione dei rilevati possono essere impiegati per realizzare gli strati di sottofondo. Questo aspetto deve essere tenuto in conto per la formulazione del programma dettagliato delle lavorazioni dei movimenti di terra:

occorre considerare che, in ogni caso, la regolarità richiesta per il piano di posa della pavimentazione porta ad escludere materiali con elementi maggiori di $D=100$ mm;

nel caso in cui si impieghino materiali non legati, al fine di ottenere le proprietà meccaniche e l'impermeabilità richieste per gli strati, occorre utilizzare terre granulari con assortimento granulometrico ben graduato (curve compatte), costituite preferibilmente da elementi a spigoli vivi, dotate di poco fino (passante allo 0,063 mm minore del 12%) e non plastiche ($IP < 6$).

Materiali sciolti naturali

Si prestano a costituire ottimi strati di sottofondo, i tout-venant di cava ed i misti di fiume (naturali o corretti granulometricamente), con granulometria 0/100 mm ben assortita, appartenenti al gruppo A1-a della classificazione CNR-UNI 10006.

Possono essere impiegate, altresì, anche senza trattamento con legante, terre con indice di gruppo $IG = 0$, purché prive di elementi maggiori di $D > 100$ mm e rispondenti ai requisiti di portanza appresso indicati, fatte salve soluzioni differenti da giustificarsi sotto il profilo tecnico ed economico. Inoltre, nel rispetto delle dimensioni massime sopra specificate, possono essere impiegate anche terre stabilizzate a cemento, a calce o a calce e cemento, materiali provenienti da demolizione e rocce tenere in disfacimento e/o autocementanti:

terre dei gruppi A1-b, A2-4 ed A2-5, con passante allo 0.075 mm maggiore del 12%, previa stabilizzazione a cemento od a calce-cemento;

terre dei gruppi A2-6 ed A2-7 con una percentuale di fino maggiore al 5% previa stabilizzazione mista (a calce e cemento) od a sola calce.

limi dei gruppi A4 ed A5 previa stabilizzazione a calce e cemento, nonché le argille dei gruppi A6 ed A7, dotate di plasticità non eccessivamente elevata ($IP < 25\%$), previa stabilizzazione con sola calce.

In questi ultimi casi, l'attitudine all'impiego deve essere valutata mediante prove CBR di laboratorio, ovvero attraverso misure di modulo di deformazione M_d sugli strati posti in opera, nel rispetto dei requisiti indicati

Qualora le prove di portanza CBR di laboratorio risultassero significative (materiale passante allo staccio da 20 mm, UNI EN 933-2), l'idoneità all'impiego della terra potrà essere accettata se essa presenterà valori di indice di portanza CBR (energia AASHTO Modificata) non inferiori a quanto appresso specificato:

nel caso di sottofondi costituiti da terreni granulari, clima asciutto, assenza di rischi d'imbibizione per infiltrazione laterale o dall'alto o per risalita capillare:

$CBR = 20\%$ ($w = w_{opt} \pm 2\%$; senza immersione);

per sottofondi costituiti da terreni granulari, nel caso in cui una delle condizioni sopracitate venga a mancare: CBR = 20% ($w = w_{opt} \pm 2\%$; 4 giorni di immersione);
 nel caso di sottofondi costituiti da terreni limo-argillosi o in presenza di drenaggi insufficienti:
 CBR = 20% ($w = w_{opt} \pm 2\%$; saturazione completa).

Materiali riciclati

Per il presente articolo e per tutte le lavorazioni con materiali riciclati, per tutto quanto non esposto nel presente Capitolato, si farà riferimento al Capitolato Speciale di Appalto tipo a carattere prestazionale per l'utilizzo di materiali inerti riciclati da costruzione e demolizione della Regione Toscana (approvato con D.G.R.T. n. 337 del 15/05/2006).

Le miscele di materiali provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, per essere impiegate nella formazione di strati di sottofondo devono possedere i requisiti indicati nella Tabella 5.8 o nella Tabella 5.9, a seconda che si tratti di aggregati da costruzione e demolizione, o di inerti provenienti prevalentemente da scarti di attività industriali. Ai fini del loro impiego l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dello stesso tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio specializzato. L'idoneità all'impiego del materiale deve essere accertata anche mediante il valore dell'Indice C.B.R. determinato secondo la norma CNR-UNI 10009/64; il materiale sarà ritenuto idoneo se fornisce valori dell'Indice di portanza C.B.R., su provini addensati con energia AASHTO Mod. e umidità $w = w_{ott} \pm 2\%$, dopo 4 giorni di immersione in acqua, pari a $CBR \geq 20\%$

TABELLA 5.8 - AGGREGATI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE PER STRATI DI SOTTOFONDO

Parametro	Modalità prova	Limiti
Calcestruzzi, mattoni e laterizi, intonaci, materiali litici, malte, ceramica	UNI EN 13285 Appendice A	> 80% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 10% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,2% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,4% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	≤ 45%
Sensibilità al gelo (*)	UNI EN 1367-1	≤ 30%
Indice di plasticità	CNR UNI 10014	Non Plastico
Passante allo staccio 63 mm	UNI EN 933-1	100%
Passante allo staccio 4 mm	UNI EN 933-1	≤ 60% in massa
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤ 15% in massa
Rapporto fra passante allo staccio 0,500 mm e passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	> 1,5
Produzione finissimo per costipamento AASHTO	CNR B.U. n.69/78 UNI EN 933-1	Differenza
Indice di forma	UNI EN 933-4	≤ 35%
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 35%
(*) In zone soggette al gelo		

In ogni caso il rigonfiamento rilevato secondo le modalità previste dalla stessa Norma CNR-UNI 10009/64 non dovrà essere superiore a 1%.

I piani di sottofondo devono essere sistemati con falde pendenti verso l'esterno (in rilevato) o verso le opere di raccolta delle acque, con pendenza trasversale non inferiore al 4%, al fine di allontanare rapidamente le acque meteoriche.

5.5.4 CONTROLLI

Controllo delle forniture

In corso d'opera devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in sito, prima della posa in opera del materiale, in contraddittorio con la Direzione dei lavori, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per evidenziare che non abbiano a verificarsi derive nella qualità dei materiali. Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei materiali interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella Tabella 5.10 salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione Lavori.

Controlli prestazionali sugli strati finiti e detrazioni

Le prestazioni degli strati posti in opera possono essere accertate, in relazione alla granulometria del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHTO di laboratorio, e/o attraverso il controllo della capacità portante.

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate mediante misure del modulo di deformazione M_d , al primo ciclo di carico, secondo quanto previsto dalla norma CNR 146/92.

Il controllo mediante misure di massa volumica in sito può essere applicato soltanto se, come previsto dalla norma CNR B.U. n. 69/78, la frazione di materiale trattenuta allo staccio 20 mm UNI EN 933-2 non supera il 35% della massa totale.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHTO Mod. di laboratorio), per valutare il grado di costipamento la Direzione Lavori può prescrivere l'esecuzione di prove di modulo a doppio ciclo di carico (CNR B.U. 146/92).

La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato esaminato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione M_d' al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione M_d al primo ciclo di carico dovrà, in ogni caso, essere non superiore a 2.5. La prova di carico a doppio ciclo risulta inoltre necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato.

In alternativa, o anche ad integrazione delle misure di modulo di deformazione, il controllo della portanza degli strati finiti può essere effettuato mediante misure di deflessione, operando con mezzi ad alto rendimento che consentono la determinazione del modulo elastico dinamico equivalente M_{ed} . Le soglie da raggiungere devono essere determinate, preliminarmente, sulla base delle correlazioni stabilite in campo prova tra il modulo M_{ed} e il modulo di deformazione M_d , tenuto conto della struttura da realizzare e del materiale in esame. Le misure di deflessione risultano, generalmente, assai più rapide dalle misure di modulo di deformazione e, pertanto, possono essere convenientemente predisposte per ottenere una rappresentazione della variazione della portanza sull'intera estensione dello strato esaminato, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale, se ciò è ritenuto necessario, come nel caso degli ampliamenti e delle sezioni a mezza costa. Queste determinazioni possono inoltre rappresentare la base per la scelta dei punti in cui effettuare misure del modulo di deformazione M_d se occorre determinare la distribuzione spaziale della portanza degli strati di rilevato realizzati, finalizzata al sezionamento del rilevato in tronchi omogenei di portanza.

La misura delle tolleranze va eseguita mediante regolo di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7: 2004), disposto secondo due direzioni ortogonali; gli scostamenti vanno letti in direzione normale ai piani considerati.

I controlli di esecuzione sono effettuati di norma:

- ogni 5000 m², per le scarpate ed i piani di appoggio degli strati di sottofondo
- ogni 1000 m², per i piani di posa della pavimentazione.

L'Impresa è tenuta a rispettare le seguenti tolleranze d'esecuzione sui piani finiti:

- $\pm 2\%$ per la pendenza delle scarpate di trincea e di rilevato;
- ± 3 cm, per i piani di sottofondo;
- ± 5 cm, per i piani di appoggio degli strati di sottofondo;
- ± 10 cm, per i piani delle scarpate, sia nel caso vengano rivestite con terra vegetale, sia in caso contrario.

5.5.5 Riempimenti

Con la generica denominazione di riempimenti si individuano diverse tipologie di lavorazioni che riguardano: sistemazioni di tratti di rilevato rimasti in sospeso, rinterro di cavi praticati nel corpo stradale per diversi scopi (come ad esempio la posa di sottoservizi), riempimenti a ridosso di opere di sostegno, ripristino di cavi di fondazioni intorno a strutture murarie, sistemazioni ambientali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte.

E' necessario, pertanto, impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.

I materiali, trasportati mediante autocarri o mezzi simili, non devono essere scaricati direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositati in loro vicinanza e successivamente posti in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti.

L'Impresa deve evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza e non deve operare mediante grossi rulli vibranti entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. Alle spalle di tali strutture devono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, come piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Nell'eseguire la formazione dei riempimenti o dei tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte già realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici onde ottenere analoghe caratteristiche prestazionali degli strati finiti. A ridosso delle murature dei manufatti, la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali predisposti, privi delle pezzature maggiori di 40 mm, qualora lo ritenga necessario in relazione alle caratteristiche dei terreni ed anche in

aggiunta alle previsioni progettuali. La stabilizzazione deve interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sia a forma trapezia, avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a $2,00\text{ m} + \frac{3}{2}h$ e l'altezza h coincidente con quella del rilevato. Il cemento, di tipo normale, va aggiunto in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato; l'esatto quantitativo, entro i suddetti limiti, deve essere determinato sperimentalmente dall'Impresa e sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori.

La miscela deve essere compattata fino al 95% della massa volumica massima del secco, ottenuta con energia AASHTO Modificata (CNR 69/78), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

5.5.6 Conservazione della circolazione - sgomberi e ripristini

L'impresa, nell'esecuzione delle opere, dovrà assicurare la circolazione pedonale e, ove possibile, quella veicolare sulle strade oggetto d'intervento.

Essa provvederà pertanto a tutte le necessarie opere provvisorie (passarelle, recinzioni ecc.), all'apposizione di tutta la segnaletica regolamentare per l'eventuale deviazione del traffico veicolare, ed alla sua sorveglianza.

In ogni caso, a cura e spese dell'impresa dovranno essere mantenuti gli accessi a tutti gli ingressi stradali privati, ovvero tacitati gli aventi diritto, nonché provveduto alla corretta manutenzione ed all'interrotto esercizio dei cavi e delle condutture di qualsiasi genere interessate ai lavori.

Gli scavi saranno effettuati anche a tronchi successivi e con interruzioni, allo scopo di rispettare le prescrizioni precedenti.

L'impresa è tenuta a mantenere, a rinterri avvenuti, il piano carreggiato atto al transito dei pedoni e dei mezzi meccanici, provvedendo a tal fine allo sgombero di ciottoli ed alla rimessa superficiale di materiale idoneo allo scopo.

Ultimate le opere, l'impresa dovrà rimuovere tutti gli impianti di cantiere e sgomberare tutte le aree occupate, rimettendo tutto in pristino stato, in modo che nessun pregiudizio o alterazione derivino in dipendenza dei lavori eseguiti.

Dovrà inoltre _ qualora necessario _ provvedere ai risarcimenti degli scavi con materiali idonei, all'espropriazione del ciottolame affiorante, ed in genere alla continua manutenzione del piano stradale in corrispondenza degli scavi, in modo che il traffico si svolga senza difficoltà e pericolosità.

A curare nel rispetto del Codice della Strada e in conformità a quanto indicato nelle ordinanze rilasciate dagli enti proprietari delle strade, la posa della necessaria segnaletica stradale secondo le indicazioni del D.M. del 10 luglio 2002 recante il "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo", l'eventuale impiego dell'impianto semaforico per tutta la durata del cantiere stradale e comunque nel limite imposto dall'ordinanza;

ARTICOLO 6. MURATURE

Tutte le murature dovranno essere eseguite secondo i disegni di progetto; nella realizzazione dovrà essere curata la perfetta esecuzione di spigoli, di voltine, piattabande, archi e saranno lasciati tutti i necessari incavi in modo da non scalpellare i muri già costruiti.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo, non dovranno essere eseguiti in quei periodi nei quali la temperatura si mantenga per molte ore sottozero.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1- Malta comune: Calce comune in pasta Sabbia	0.25-0,40 0.85-1.00	mc “
2- Malta idraulica Calce idraulica Sabbia	Da 3 a 5 0.90	q mc
3- Malta bastarda Malta di cui a), b), g) Agglomerante cementizio a lenta presa	1.00 1.50	mc q
4- Malta cementizia forte Cemento idraulico normale Sabbia	Da 3 a 6 1.00	q mc
5 Conglomerato cementizio (per fondazioni non armate): Cementi a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia	2,00 0,400 0,800	q mc mc
6- Conglomerato cementizio (per cunette, piazzuole, ecc.): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia	2-2,50 0,400 0,800	q mc mc
7- Conglomerato per calcestruzzi semplici ed armati: Cemento Sabbia Pietrisco o ghiaia	3,00 0,400 0.80	q mc mc
8- Conglomerato per sottofondo di pavimenti in cemento a doppio strato: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco	2,00 0,400 0,800	q mc mc

6.1 MURATURA A SECCO

Sarà eseguita con pietre ridotte con martello alla forma più regolare possibile, escludendo le pietre di forma rotonda. Per paramento si sceglierà quelle di maggiori dimensioni e l'assenza di malta sarà supplita dal combaciamento fra i singoli pezzi.

6.2 MURATURA DI PIETREME CON MALTA

Sarà eseguita con scapoli di pietrame di grossa pezzatura allettati con malta cementizia a 300 Kg. di cemento.

Prima di essere collocate in opera, le pietre saranno ripulite e bagnate. Le facce viste delle murature non destinate ad essere intonacate o rivestite, saranno rabboccate con malta cementizia a 400 Kg. di cemento.

6.3 MURATURA IN MATTONI

Sarà eseguita con materiali rispondenti alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" (R.D. 16.11.1939 n° 2233); i laterizi, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati sino a saturazione per immersione prolungata e non per aspersione.

Se non diversamente disposto, la muratura verrà eseguita con mattoni pieni UNI 5628-65, di ottima scelta, perfettamente spigolati e ben premuti sullo strato di malta.

6.4 PARAMENTI DELLE MURATURE

Le murature non soggette a rivestimento potranno venir richieste con la lavorazione dei paramenti secondo i tipi indicati in Elenco Prezzi o secondo le disposizioni della D.L.

Resta stabilito che l'Appaltatore, prima di iniziare le murature e i relativi paramenti, dovrà apprestare a sua cura e spese, le campionature che saranno sottoposte all'approvazione della D.L.

ARTICOLO 7. CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI

Le caratteristiche dei materiali necessari al confezionamento risponderanno, per vari tipi di impasto, alle prescrizioni del presente Capitolato e alle voci dell'Elenco Prezzi.

7.1 CALCESTRUZZO DI MALTA ORDINARIO O CICLOPICO

Il calcestruzzo ordinario sarà confezionato preparando separatamente i due componenti (un terzo di malta idraulica o bastarda e due terzi di ghiaia o pietrisco), procedendo successivamente al mescolamento.

Analogamente si procederà per il calcestruzzo ciclopico, utilizzando però pietrame di pezzatura assortita, ripulito, lavato e con resistenza alla compressione non inferiore a 900 Kg./cmq.. Il pietrame verrà annegato in opera nel calcestruzzo, avendo cura che disti non meno di 5 cm. dalle superfici esterne della struttura.

7.2 CONGLOMERATI CEMENTIZI

I conglomerati da usarsi in opera di qualsiasi natura, (sia in fondazione che in elevazione), saranno confezionati secondo il D.M. 14/01/2008 *Norme tecniche per le costruzioni* e al D.M. 9 gennaio 1996

L'impasto del conglomerato sarà effettuato con impianti di betonaggio tali da garantire il controllo di quantità dei componenti.

Il quantitativo d'acqua dell'impasto dovrà essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità.

Il prelievo dei campioni per il "controllo di accettazione" e la preparazione e la stagionatura dei provini saranno effettuati con le modalità previste dalla normativa vigente o dalle norme tecniche di riferimento (NORME UNI 6127/73 e 6130/72).

Se l'impasto sarà confezionato fuori opera, il trasporto del conglomerato dovrà essere effettuato con mezzi che impediscano la separazione dei singoli elementi; il tempo trascorso tra l'inizio dell'impasto ed il termine dello scarico non dovrà causare un aumento di consistenza superiore ai 5 cm. alla prova del cono.

Il calcestruzzo per fondazione di manufatti o platee, verrà disteso sul fondo del cavo a strati non maggiori di cm. 20 regolarmente distribuiti con la pala e battuto per strato con idonei pilli di legno.

Se il calcestruzzo deve esser gettato in un cavo con la presenza di acqua, per la formazione di fogne e manufatti, il piano di fondazione dovrà essere mantenuto costantemente all'asciutto.

I calcestruzzi in gettata esposti all'aria e specialmente quelli delle volte di fognatura e manufatti, dovranno essere riparati dal sole mediante idonea copertura mantenuta costantemente bagnata fino a sufficiente indurimento del calcestruzzo ed almeno fino dopo il disarmo.

Similmente i calcestruzzi, come le murature, dovranno con opportuni ripari essere difesi dall'acqua e da eventuali geli.

La cubicità del calcestruzzo impiegato, sarà desunta e valutata esclusivamente dai disegni di esecuzione in precedenza consegnati all'accollatario e quindi, non sarà tenuto alcun conto della maggiore quantità di calcestruzzo che potesse occorrere, sia per colmare vani che si fossero prodotti

per qualsiasi causa nelle pareti del cavo, sia per qualunque altro motivo, nessuno escluso ed eccettuato: in quanto nello stabilire il prezzo del calcestruzzo è stato tenuto debito conto degli oneri suddetti.

Qualora la resistenza cubica alla compressione di un calcestruzzo di R'ck = prescritta, risultasse inferiore al valore corrispondente, sarà applicato il Prezzo d'Elenco per titolo di calcestruzzo di R'ck corrispondente ed il prezzo sarà ridotto del 15% (L. 15 per ogni cento lire) a titolo di penale e ciò sempre che la Direzione dei Lavori, a suo giudizio insindacabile, non ritenga di disporre per la demolizione e ricostruzione del getto.

ARTICOLO 8. FORNITURA E POSA IN OPERA DI TUBAZIONI

8.1 GENERALITÀ

La posa in opera di fognature e qualsiasi tipo di tubazione dovrà essere preceduta dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, qualora non risultino dal progetto specifiche indicazioni.

Gli scavi per la posa in opera, dovranno essere costituiti da livellette raccordate da curve e, laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, occorrerà preparare il piano di posa con un letto di sabbia; qualora fosse più indicata la realizzazione di un massetto, lo stesso sarà realizzato con un conglomerato cementizio magro.

Lo scarico dei tubi, di qualunque materiale, dai mezzi di trasporto, sarà da effettuarsi prendendo tutte le precauzioni necessarie ad evitare danni sia ai tubi che ai rivestimenti: prima di essere messi a posto, i singoli elementi saranno accuratamente puliti.

I tubi verranno calati nelle trincee, con mezzi idonei a preservarne l'integrità e le giunzioni saranno eseguite con la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale.

L'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire le prove di tenuta dei tronchi di tubazione provvedendo, a sue spese, a tutto quanto sarà necessario all'esecuzione delle prove stesse.

Eseguite le giunzioni, si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche a totale carico dell'appaltatore.

Si porrà grande cura nel controllare che tutte le tratte intercorrenti fra le camerette siano perfettamente rettilinee e di pendenza uniforme; quindi resta stabilito che tutti i cambiamenti, sia di direzione che di pendenza, dovranno essere eseguiti con una cameretta di ispezione.

Al fine di conseguire un regolare andamento altimetrico di ogni livelletta, si dovrà costantemente controllare la pendenza di ogni tubo con l'ausilio di una livella.

Le materie provenienti dagli scavi e ritenute a giudizio della direzione lavori in eccesso dopo il ripristino dovranno essere portate a rifiuto.

Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo e dell'uso delle tubazioni eseguite.

8.2 MISURE DEI MATERIALI

La valutazione delle tubazioni avverrà in genere in base alla loro lunghezza secondo le disposizioni in Elenco Prezzi.

La valutazione delle tubazioni in genere sarà fatta a metro lineare, misurando la lunghezza sull'asse delle tubazioni senza tener conto delle parti destinate a compenetrarsi.

I pezzi speciali saranno valutati, solo per i diametri superiori ai 20 cm per i diametri inferiori il costo dei pezzi speciali si intende compensato nel prezzo della tubazione a metro lineare, ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro:

- curve semplici a 45 gradi con diametro maggiore 20 cm.	ml. 1,50
- curve a squadra 90 gradi con diametro maggiore 20 cm.	ml. 1,50
- riduzioni	ml. 1,00
- ispezione con tappo e serratappo	ml. 1,50
- giunti semplici	ml. 1,50
- giunti a squadra	ml. 1,25

- braghe semplici e T semplici	ml. 1,25
- braghe doppie e T doppi con diametro maggiore 20 cm.	ml. 1,75
braghe a Y con diametro maggiore 20 cm.	ml. 2,25
- sifone verticale	ml. 4,00
- sifone orizzontale	ml. 5,00

Analogamente si procederà per le tubazioni in materie plastiche (P.V.C. UNI 7447/75, polietilene etc.) v,25

8.3 POSA IN OPERA DI FOGNATURE IN ELEMENTI PREFABBRICATI

8.3.1 Fognature prefabbricate in calcestruzzo di tipo normale

In linea generale per la posa in opera delle normali fognature prefabbricate in calcestruzzo, sia a sezione ovoidale che circolare ed in elementi lunghi metri 1,00 (uno), si dovranno osservare le seguenti disposizioni:

a) - lo scavo deve avere una larghezza pari a quella massima esterna della fogna, misurata al giunto a semi incastro oppure a bicchiere secondo il caso, aumentata di mt. 0,12 minimo per parte. Sono comunque salve particolari disposizioni che la Direzione Lavori potrà impartire, per scritto, in relazione alla natura del terreno;

b) - la profondità dello scavo deve essere spinta fino a mt. 0,15 al disotto della base di appoggio della fogna per poter creare la sede della normale platea di appoggio e quando non sussistono particolari tipi di platea che saranno allora indicati dai disegni di progetto o prescritti in corso d'opera dalla Direzione Lavori;

c) - la platea di appoggio della fogna, dovrà rispettare l'esatta pendenza assegnata alla fogna e dovrà avere uno spessore minimo di cm. 15 ed il fondo scavo, dove sarà eseguito il getto, dovrà essere quindi regolarizzato al massimo. Il getto della platea, richiamandosi all'art. 6 delle presenti norme tecniche, sarà eseguito, se trattasi di "normale platea" come sopra indicato (voce b), con cls. classe R'ck = 200. Sono salve eventuali particolari prescrizioni di progetto o di Direzione Lavori;

d) - i giunti dei vari elementi di fogna, sia del tipo a semi incastro o a bicchiere, saranno ristuccati con malta di cemento tit. 325 dosata con q.li 4,00 (quattro) di cemento per mc. 1,00 (uno) di sabbia lavata di fiume. La stuccatura, dovrà essere eseguita con la massima cura, sia all'esterno che all'interno del giunto e quindi, per le fogne di sezione piccola non ispezionabile, la stuccatura interna (fino a che la sezione lo consentirà), dovrà essere effettuata progressivamente alla posa in opera di ogni singolo elemento lungo mt. 1,00 o mt. 2,00 secondo i tipi di fogna. La stuccatura dovrà, unitamente al successivo rinfiacco, garantire la tenuta dei giunti sia all'uscita che all'entrata di liquami o acque, il tutto in osservanza delle prescrizioni del D.Lgs. 152/2006, della Legge n° 319 del 1976 e ss. mm. per l'anti inquinamento e successive sue integrazioni e modifiche;

e) - gli elementi delle fogne dovranno essere forniti dal produttore con certificato di garanzia circa i collaudi subiti in stabilimento ed inclusi quelli che assicurino la perfetta impermeabilità delle pareti dell'elemento di fogna medesimo;

f) - una volta posta in opera sulla sua platea e ristuccatura nei giunti, la fognatura dovrà essere rinfiaccata con getto di calcestruzzo di cemento dosato come già indicato alla precedente voce (c) per la platea, ma salve sempre eventuali particolari prescrizioni di progetto e di Direzione Lavori. L'altezza del rinfiacco dovrà rispettare le indicazioni riportate nel relativo titolo di lavoro, di "provvista e posa di fogna", trascritto nell'Elenco Prezzi del presente Capitolato. In difetto di detta indicazione il rinfiacco dovrà essere spinto fino ad ottenere la completa estradossatura del cervello della fogna per uno spessore non inferiore a cm. 10. Lo spessore del rinfiacco sarà dato dalle misure di scavo già indicate alle voci (a) e (b), il cui dimensionamento ha appunto lo scopo di realizzare la sede del rinfiacco stesso. In difetto si procederà alle opportune detrazioni dal titolo di lavoro di "provvista e posa di fogna" secondo i prezzi dei normali getti di calcestruzzo riportati dall'Elenco Prezzi;

g) - il riempimento dello scavo e ricopertura della fogna verrà effettuato con misti naturali di cava o di fiume che dovranno essere compattati a regola d'arte in modo che non si debbano verificare cedimenti e/o avvallamenti delle soprastanti sovrastrutture stradali e delle pavimentazioni. Solo la Direzione Lavori potrà autorizzare, per scritto e previo adeguati accertamenti, l'utilizzo parziale e/o totale delle terre di risulta dagli scavi, sia della stessa fogna, che di altre opere di cantiere o di provenienza esterna. Di dette terre, peraltro, ne dovrà essere contabilizzata la sola posa in opera, qualora non si tratti di terre provenienti da "cava di prestito" aperte a cura dell'Impresa ed autorizzate e/o approvate e controllate dalla Direzione Lavori e per il cui pagamento si adotteranno gli eventuali Prezzi di Elenco o, se mancanti, si darà corso ad appositi concordati Nuovi Prezzi;

h) - in corrispondenza dei pozzettoni di ispezione gli elementi della fogna prefabbricata dovranno essere attestati fino al "filo del paramento interno" del pozzettone ed adeguatamente ristuccati come in voce (d). La muratura in mattoni pieni, oppure il getto in calcestruzzo di cemento del pozzettone, verranno contabilizzati detraendo il volume occupato dalla fogna. La detrazione è esclusa solo per fogne di sezione pari o inferiore a mq. 0,0314 (tubo cm. 20).

8.3.2 Fogne prefabbricate in calcestruzzo del tipo a bicchiere a giunto elastico

Per le fogne prefabbricate, in elementi di sezione ovoidale e/o circolare della lunghezza di mt. 2,00 (due) realizzate con calcestruzzo, turbovicompresso ad alta resistenza, armato o non armato a richiesta, con giunti a bicchiere con anello elastomerico a tenuta in gomma speciale EPDM di sezione "goccia"; con base di appoggio continua per tutta la lunghezza dell'elemento dall'inizio della bocca del bicchiere fino al termine

opposto dell'elemento stesso; (fogne tipo ILCEV, DIN.4032 o similari), si osserveranno le seguenti prescrizioni:

a) - ogni fornitura di elementi di fogna dovrà essere corredata di relativa relazione tecnico-statica particolareggiata, nonché di dichiarazione di corrispondenza della fogna al D.Lgs. 152/2006 ed alla Legge n° 319 del 1976 e ss.mm. anti inquinamento, a quale prescrive che le pareti dell'elemento siano impermeabili sia alle acque esterne che ai liquami interni, nonché il grado di impermeabilità e tenuta dei giunti elastici. Garanzia, inoltre, della linearità del piano di scorrimento dei liquami;

b) - in casi normali e generali, quando i carichi fissi e accidentali lo consentono, il rinfianco potrà essere effettuato anche con sola sabbia asciutta. Per quanto riguarda l'ampiezza dello scavo di sede della fogna, nonché gli spessori minimi per platea e rinfianco, si dovranno osservare le stesse modalità indicate per le normali fogne prefabbricate indicate al precedente paragrafo 1) lettere a), b), c), f). La fogna sarà totalmente estradossata al suo cervello per uno spessore di cm. 10 (dieci) minimo, a meno che il titolo del prezzo disponga diversamente. Il tipo di rinfianco, sabbia o calcestruzzo, sarà indicato dal Prezzo di Elenco;

c) - nei casi indicati dal progetto od in caso di disposizioni emanate in corso d'opera dalla Direzione dei Lavori, al fine di assicurare una maggiore stabilità alla fognatura, questa potrà essere realizzata con platea armata a forma di "sella", che sarà gettata in opera entro lo scavo a tratti di lunghezza non maggiore di ml. 4,00, con interposizione, fra un tratto e l'altro, di un giunto in polistirolo. Le misure della "sella" nelle parti che formano la platea e le "ali" della sezione ad "U", nonché l'inclinazione di queste ultime risulteranno dai disegni esecutivi di progetto o saranno contenute nell'ordine scritto della D.L. e ciò con lo scopo di ottenere il migliore adattamento della struttura alle condizioni di impiego.

La posa in opera degli elementi prefabbricati della fogna dovrà avvenire in modo che i giunti della platea risultino sfalsati rispetto a quelli della posa in opera degli elementi fognatura.

L'armatura in acciaio della "sella" sarà eseguita con acciaio dei tipi Fe B 44K o Fe B 38K ovvero sempre del tipo controllato in stabilimento e secondo i disegni esecutivi forniti.

L'incidenza dell'armatura per ogni metro lineare di platea non dovrà comunque essere inferiore a 13 Kg. ed essere eseguita con ferri di diametro mm. 8, almeno in n. di 14 longitudinali e 3 trasversali dei quali almeno 1 sagomato.

Prima della posa in opera della fognatura sarà interposto nella "sella" uno strato di sabbia asciutta di cm. 4-5 compresso e successivamente sarà completato il rinfianco con sabbia dello spazio compreso fra la parete interna della "sella" e quella esterna della fognatura.

Gli spessori di rinfianco ed estradossatura saranno eseguiti secondo i tipi previsti nei disegni esecutivi e secondo le modalità indicate nei paragrafi ed articoli precedenti.

8.3.4 Norme comuni ai vari tipi di fogne prefabbricate in calcestruzzo

Ogni elemento di fogna sarà calato nello scavo con gru, autogru, braccio escavatore.

L'imboccatura di ogni elemento di fogna, con il precedente già in opera, dovrà essere esclusivamente effettuata tassativamente per gli elementi con giunto a bicchiere ed anello elastomerico, mediante impiego di TIR-FOR manuale o idraulico a seconda delle necessità.

E' tassativamente vietato porre in opera, cioè eseguire i giunti fra i vari successivi elementi di fogna, esercitando pressione mediante le benne degli escavatori od altre macchine operatrici simili. Ciò al fine di evitare incrinature e/o rotture e/o sbeccature, sia dei giunti stessi che degli elementi di fogna, i quali dovranno giungere in cantiere ed essere scaricati a piè d'opera e/o in opera perfettamente integri in ogni loro parte.

Elementi difettosi o comunque danneggiati, anche durante il loro trasporto a piè d'opera, saranno rifiutati e l'Impresa dovrà provvedere alla loro immediata sostituzione prima della loro posa in opera e/o dello scarico a piè d'opera.

Elementi posti in opera non integri, dovranno essere tassativamente rimossi e sostituiti, qualunque sia lo stato di avanzamento nella costruzione della fognatura.

Non sono ammesse stuccature e/o ripristini e/o rabberci di qualunque tipo. Il tutto al fine di ottemperare alle norme di cui al D.Lgs. 152/2006 ed alla Legge n° 319 del 1976 e ss.mm.

Singoli elementi o tratti di fognatura che, sfuggiti ai controlli in corso d'opera, risultassero in fase di collaudo lesionate, incrinare o comunque difettose per non aver rispettato le prescrizioni di fornitura e di posa sopra dettate, saranno detratte dalla contabilità e l'Impresa si dichiara perfettamente edotta di detto provvedimento e non potrà avanzare riserve o altre pretese di pagamenti, indennità, compensi.

Quanto sopra sarà applicato anche in fase di controllo della Direzione Lavori nella stesura della contabilità finale, sia per l'emissione dell'ultimo stato di avanzamento lavori e/o dello Stato Finale per il collaudo. Eventuali vizi occulti di costruzione, trasporto, posa in opera, che si manifestassero durante l'esercizio della fogna ed entro il periodo di prescrizione decennale di cui al vigente Codice Civile, faranno carico all'Impresa Appaltatrice dei lavori la quale dovrà, a sua cura e spese, provvedere ai necessari interventi, di qualsiasi entità essi si rivelino, incluso i ripristini delle sedi stradali alterate ed incluso l'onere delle nuove prove di tenuta della fogna e di cui all'art. 18, lettera m) delle Condizioni Generali del presente Capitolato.

8.3.5 ogni prefabbricate in p.v.c. tubazioni sezione circolare

Per le fogne e/o tubazioni di sezione circolare in P.V.C. si rimanda ai relativi specifici titoli di lavoro riportati nell'Elenco Prezzi allegato al presente Capitolato.

Comunque i tipi delle tubazioni in P.V.C., qualunque sia il loro diametro, saranno i seguenti: Serie 300 e Serie 301 Norme UNI 7443/75 con giunto a bicchiere per incollaggio.

Serie 303/1 e Serie 303/2 Norme UNI 7447/75 con giunto a bicchiere ed anello elastomerico a tenuta. Di dette serie potranno essere anche richiesti i tipi a giunto con bicchiere ad incollaggio.

Sempre secondo quanto sarà specificamente indicato dal rispettivo prezzo di Elenco, i predetti tubi potranno essere rinfiancati, platea ed estradossatura incluse, sia con calcestruzzo, sia con sola sabbia.

8.3.6 Allacciamento fognatura

Per allacciamento di fognatura si intende il complesso di opere da eseguire, di solito entro la sede stradale a ai limiti dei confini delle proprietà private, per permettere all'utente di collegarsi, una volta autorizzato, alla fognatura principale senza interventi sulle opere principali. Esso è sostanzialmente costituito da una tubazione di collegamento in PVC come indicato nei disegni di progetto e posato secondo le modalità indicate nella voce di Elenco Prezzi Unitari tra il pozzetto di ispezione o la tubazione secondaria in PVC ed un pozzetto in cls completo di chiusino, dove si collegherà il privato, da fornire e posare in modo che la tubazione di allaccio risulti di pendenza costante (non inferiore al 5% salvo casi specifici autorizzati dalla direzione lavori) ed adeguato allo scarico. Il pozzetto dovrà garantire la impermeabilità sia verso l'esterno che verso l'interno. In ogni caso per le modalità costruttive si farà riferimento al vigente Regolamento di Fognatura ed alle disposizioni che saranno impartite dalla direzione lavori.

8.3.7 Allacciamento Caditoie

Le caditoie stradali saranno costruttivamente analoghe agli allacciamenti di fognatura per acque bianche dove al posto del chiusino in ghisa classe C250 sarà posta la caditoia in ghisa di pari classe. Le caditoie esistenti in buone condizioni potranno essere riutilizzate solo se approvate dalla direzione lavori. Le caditoie danneggiate e le caditoie in trachite dovranno essere sostituite con elementi nuovi realizzati in ghisa, in classe 250, dotati di ampie aperture di scolo e recanti le marcature secondo la norma EN 124.

ARTICOLO 9. FONDAZIONI E BASI NON LEGATE

9.1 GENERALITÀ E DEFINIZIONI

Gli strati di base e di fondazione delle sovrastrutture stradali possono essere realizzati con misti granulari non legati costituiti da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego; per il confezionamento dei soli strati di fondazione possono essere utilizzati, inoltre, inerti granulari riciclati trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 Febbraio 1998, aventi i requisiti previsti, o terre stabilizzate granulometricamente.

Lo spessore da assegnare agli strati è fissato dal progetto o, in carenza, dalla D.L..

L'aggregato grosso è quello di dimensione d uguale o maggiore di 1 mm e D maggiore di 2 mm, dove con d si indica la dimensione dello staccio inferiore e con D quella dello staccio superiore.

L'aggregato fine è quello di dimensione d uguale a zero e D minore o uguale a 6.3 mm.

Le miscele potranno essere formate da materiale idoneo oppure da correggersi mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche, eseguita con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o altri sistemi al fine di migliorarne le proprietà fisico meccaniche.

9.2 QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI

9.2.1 Aggregati lapidei di primo impiego

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati; gli elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione. Il pietrisco, di natura calcarea o serpentinosa o derivante da impianti di recupero autorizzati, da impiegare per la formazione della massicciata, avrà di regola una pezzatura di mm 0 - 100. La Direzione dei Lavori ha la facoltà di allontanare dalla sede stradale, a tutte spese e rischio dell'impresa, il materiale di qualità scadente o comunque non messo in opera con le modalità previste. Per lo strato inferiore della massicciata, previo ordine dalla D.L. potrà essere impiegato il materiale di risulta dalla scarificazione; per gli strati superiori dovrà essere impiegato il materiale di nuova fornitura. Il materiale di massicciata verrà sparso regolarmente, in modo che la superficie della stessa, in sezione trasversale o per tratti di rettifilo, risulti conformata ad arco circolare, con freccia compresa tra 1/70 e 1/100 secondo le disposizioni della D.L. La posa del pietrisco dovrà essere fatta con forconi e non con l'uso dei badili. Le curve saranno in ogni caso rialzate, il sopraelevamento sarà raccordato con rettifilo, con pendenza dell'1%. L'altezza minima dello strato di pietrisco, a compressione avvenuta in ogni sua parte, dovrà risultare di mm 120. Per tale determinazione saranno effettuate regolari accertamenti almeno ogni m 80.

9.2.3 Aggregati riciclati

L'intrinseca variabilità di provenienza dei materiali che compongono gli aggregati riciclati impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti omogenei.

9.1.1.1 Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11. e 7.17. del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤ 1 %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere $\leq 0,5$ %. Si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, materiali con un contenuto di solfati e solfuri maggiore del limite suddetto purché vengano rispettati i limiti previsti dal citato D.M. del 05/02/98.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

9.2.4 Miscele

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione degli strati di fondazione o di base non legati deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 9.8 se si tratta di materiale lapideo di primo impiego e di Tabella 9.9 se si tratta di aggregati riciclati.

TABELLA 9.8 - REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI MATERIALE LAPIDEO DI PRIMO IMPIEGO

Serie stacci UNI (mm)	Fondazione	Fondazione o base
56	100	-
22.4	70/100	100
11	-	70/100
8	30/70	50/85
4	23/55	35/65
2	15/40	25/50
0.5	8/25	15/30
0.063	2/15	5/15

L'aggregato non deve presentare forma appiattita, allungata o lenticolare. In ogni caso, la dimensione massima dell'aggregato non deve superare la metà dello spessore dello strato ed il rapporto tra il passante allo staccio UNI 0.063 mm ed il passante allo staccio UNI 0.5 mm deve essere inferiore a 2/3.

Per gli aggregati riciclati, la produzione di materiale finissimo per effetto del costipamento con energia AASHTO Mod., effettuato nell'intervallo di umidità $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale, valutata tramite la differenza della percentuale di passante al setaccio UNI EN 0.063 mm prima e dopo il costipamento, non dovrà essere superiore al 5%.

TABELLA 9.9 - REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI RICICLATI

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso
63	100
31.5	75/100
16	50/82
10	35/70
4	22/50
2	15/40
0.5	8/25
0.125	5/15
0.063	2/10

L'indice di portanza CBR, determinato secondo quanto prescritto dalla CNR-UNI 10009:64, dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante allo staccio UNI EN 20 mm), non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e può essere determinato applicando la norma AASHTO T294 o altra metodologia indicata dal progettista.

I diversi componenti e, in particolare, le sabbie devono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili

9.3 ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

La composizione delle miscele da adottare dovrà essere comunicata dall'Impresa alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato; la documentazione deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione attestanti il possesso dei requisiti elencati al

54.2. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHTO modificata (CNR 69/78) per l'individuazione del valore di riferimento della massa volumica secca massima della miscela ($\gamma_s \max$).

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

9.4 CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

L'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

9.5 ESECUZIONE DEI LAVORI

Il piano di posa dello strato deve essere ripulito da materiale estraneo ed avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza richiesti. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm;

Una volta costipato, il materiale dovrà presentarsi uniformemente miscelato in modo che non si verifichi la segregazione dei suoi componenti. Al fine di raggiungere l'umidità prescritta in funzione della massa volumica, potrà essere necessaria l'aggiunta di acqua, che dovrà effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa andrà eseguita con finitrice o grader appositamente equipaggiato.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Comunque, qualora dovessero verificarsi danni dovuti al gelo o un eccesso di umidità, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve 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 D.L. con una prova sperimentale di campo usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

- Cilindratura

L'avanzata della preparazione della massicciata non dovrà mai procedere per più di 100 m ciascun compressore. La cilindratura sarà eseguita con rullo compressore di peso adeguato alla natura del materiale e allo spessore dei ricarichi. I rulli inoltre manterranno una velocità ordinaria non superiore ai 3 km/ora. La quantità d'acqua da impiegare durante la compressione sarà ridotta allo stretto necessario per facilitare la buona riuscita del lavoro, in modo da evitare ristagni nella massicciata e di impedire che un eccesso di acqua possa rammollire il terreno naturale sottostante e provocare sotto forma di fango il rifluimento delle materie terrose attraverso i misti della massicciata fino alla superficie della medesima. Comunque, saranno anche praticati frequenti tagli nelle banchine, normalmente all'asse stradale, con altezze non inferiore allo spessore della massicciata e relativo sottofondo e con pendenze verso l'esterno in guisa da rendere possibile il pronto smaltimento all'esterno del cassonetto, dell'acqua che eventualmente fosse stata adoperata in eccesso. Il lavoro di compressione dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale procedendo in modo che per nessun motivo resti impedito il transito. Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona le ruote passino su una striscia di almeno 20 cm della zona precedente, e nel cilindrare la prima zona marginale le ruote vengano a comprimere una striscia di banchina larga almeno 20 cm. Quando si tratti di dare in opera mediante cilindratura uno strato di pietrisco di altezza superiore a 12 cm (misurati prima della compressione) la cilindratura dovrà essere eseguita in due strati. Comunque a cilindratura a fondo ultimata la massicciata dovrà presentarsi nella sagoma prescritta e uniformemente compatta.

- Preparazione della superficie della massicciata cilindrata da sottoporre a trattamento di bitumatura.

L'applicazione sulla superficie della massicciata cilindrata di qualsiasi trattamento, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere o fango in modo da mostrare a nudo il mosaico del pietrisco.

Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata eseguita attraverso l'accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima della

compressione meccanica (secondoché determinerà la D.L.), l'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare a seconda dei casi o con ulteriore abbondante lavatura con acqua sotto pressione o mediante apparecchi pneumatici che assorbano e soffino via la polvere dagli interstizi della massicciata o congiuntamente o successivamente coi due sistemi. Di norma il lavaggio sarà effettuato durante i periodi estivi, o quando in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima in superficie sia tale da escludere che possa essere sconvolto dal getto d'acqua sotto pressione. Sarà comunque escluso il lavaggio quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulle massicciate medesime.

9.6 CONTROLLI

Per controllare la qualità dei materiali e la loro posa in opera, si eseguiranno prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che sullo strato finito.

Le caratteristiche di accettazione dei materiali elencate al presente articolo vanno verificate prima dell'inizio dei lavori e ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza del materiale naturale o i lotti omogenei dei materiali riciclati.

La granulometria delle miscele deve essere verificata giornalmente, prelevando il materiale in sito già miscelato, subito dopo aver effettuato il costipamento, nel caso di misti granulari di primo impiego; nel caso di misti granulari riciclati, il materiale deve essere prelevato in sito al momento della posa in opera. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fine. In ogni caso non devono essere superati i limiti dei fusi assegnati (Tabella 9.8 e Tabella 9.9). L'equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) dell'aggregato fino deve essere verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.



Controlli prestazionali sugli strati finiti

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHTO Mod. di laboratorio e attraverso il controllo della capacità portante.

9.6.1.1 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto in Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

ARTICOLO 10. STRATI DI FONDAZIONE, SOTTOBASE E BASE IN MISTI A LEGANTE IDRAULICO E/O BITUMINOSO

Le miscele per strati di fondazione, di sottobase e di base trattate in questo articolo si distinguono in misti cementati e miscele ottenute da riciclaggio in sito di strati esistenti in misto cementato e/o granulare con l'aggiunta di cemento e/o bitume schiumato e/o emulsione bituminosa. Lo spessore da assegnare agli strati è fissato dal progetto o, in carenza, dalla Direzione Lavori.

10.1 MISTO CEMENTATO



Generalità e definizioni

Il misto cementato può essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare) o aggregati riciclati trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 Febbraio 1998, confezionata in impianto con un legante idraulico (cemento) ed acqua. L'aggregato grosso è quello di dimensione d uguale o maggiore di 1 mm e D maggiore di 2 mm, dove con d si indica la dimensione dello staccio inferiore e con D quella dello staccio superiore.

L'aggregato fine è quello di dimensione d uguale a zero e D minore o uguale a 6.3 mm.

La miscela di aggregati e legante deve assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo.

10.1.2 Qualificazione dei materiali

Aggregati lapidei di primo impiego

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa.

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

Aggregati riciclati

L'intrinseca variabilità di provenienza dei materiali che compongono gli aggregati riciclati impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti omogenei.

Requisiti di composizione

Il misto granulare riciclato per la formazione del misto cementato dovrà essere costituito da aggregati riciclati in possesso dei requisiti di composizione indicati nella seguente Tabella 10.3.

TABELLA 10.3 - REQUISITI DI COMPOSIZIONE DEGLI AGGREGATI RICICLATI PER LA FORMAZIONE DI MISTI CEMENTATI

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di materiali ferrosi	UNI EN 13285 Appendice A	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi e fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente (*)	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica, ecc. (**)	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,2% in massa
Altri materiali: metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,4% in massa
(*) Decreto Legislativo n.22 del 05/02/1997 e successivi aggiornamenti e integrazioni. (**) La massa dei materiali deperibili, gravata di un fattore amplificativo 5, deve essere assegnata alla categoria delle rocce degradabili per il rispetto dei requisiti riportati nelle seguenti Tabelle		

Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere alle tipologie 7.1, 7.2, 7.11 e 7.17 del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤ 1 %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in cemento armato, tale valore deve essere $\leq 0,5$ %.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati di primo impiego o riciclati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

Cemento

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

Saranno impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma UNI EN 197-1: 2001:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93

n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 315. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/93 n. 315.

Acqua

L'acqua utilizzata nel confezionamento degli strati deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e da qualsiasi altra sostanza nociva.

10.1.3 Composizione delle miscele

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in tab 10.7 quando si utilizzano aggregati riciclati.

TABELLA 10.7 - REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI RICICLATI PER MISTI CEMENTATI

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso
31.5	100
20	70/100
14	55/78
10	45/65
4	28/42
2	18/03/18
0.5	3/18
0.125	5/13
0.063	2/10

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti dosate in sostituzione del cemento stesso, ed il contenuto d'acqua della miscela, vanno espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base. Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29/72 sulla base del quale verranno anche identificati i valori di massa volumica del secco e di resistenza da utilizzare nelle prove di controllo. Le miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella Tabella 10.8.

TABELLA 10.8 - REQUISITI MECCANICI DEI MISTI CEMENTATI

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 168 ore	CNR 29/72	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 168 ore (Prova Brasiliana) ⁴	CNR 97/84	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 N/mm^2 . Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della Direzione Lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 509a.

10.1.4 Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, che non dovrà essere più vecchio di un anno. Dovranno far parte di tale documentazione anche le curve rappresentative delle variazioni del modulo elastico delle miscele, in

funzione dei giorni di maturazione: da esse sarà possibile evincere il raggiungimento dei valori di modulo delle miscele previsto nel calcolo della pavimentazione. Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso. Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso. Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

10.1.5 Confezionamento delle miscele

Il misto cementato deve essere confezionato mediante impianti automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

10.1.6 Esecuzione dei lavori

Preparazione delle superfici di stesa

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza dello stesso ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. Inoltre, prima della stesa è

necessario verificare i provini per la prova di trazione indiretta sono gli stessi impiegati per la prova di compressione (CNR BU 29)

che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

Posa in opera delle miscele

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici vibranti. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti. Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. In generale, è preferibile che le operazioni di addensamento siano eseguite prima con rullo a ruote vibranti e dopo con rullo gommato; in alternativa si possono utilizzare rulli misti vibranti-gommati. L'idoneità dei mezzi di costipamento verrà determinata dalla Direzione Lavori sulla base dei risultati ottenuti su stese sperimentali in campo prove utilizzando le stesse miscele messe a punto con lo studio di laboratorio.

La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia. Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Protezione superficiale dello strato finito

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 kg/m² (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia. Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione della resistenza raggiunta dal misto. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause devono essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

Controlli

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non abbiano a verificarsi variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei Lavori. Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego o riciclati impiegati per la formazione del misto cementato, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione.

Controlli delle miscele prelevate in fase di posa in opera

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i controlli della distribuzione granulometrica dell'aggregato e la verifica delle caratteristiche di resistenza meccanica. La resistenza a compressione di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati e portati a rottura secondo quanto previsto dal CNR B.U. n.29/72. La resistenza a trazione indiretta di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori determinati su 4 provini, confezionati secondo quanto previsto dal B.U. CNR n.29/72 e portati a rottura secondo quanto previsto dal CNR B.U. n.97/84. I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori.

Il numero e la tipologia dei controlli da effettuare sul misto cementato prelevato al momento della posa in opera è riportato nella Tabella 10.11, salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Controlli prestazionali sugli strati finiti

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHTO di laboratorio e attraverso il controllo della capacità portante. A compattazione ultimata, la massa volumica in sito non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della massa volumica sono effettuate secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 22.

A tale scopo, sono ammesse sia prove puntuali (prove di carico con piastra secondo la Norma CNR B.U. n. 146/92) sia prove ad elevato rendimento eseguite con il Falling Weight Deflectometer (ASTM D4694/96) per la determinazione del modulo elastico dinamico E. Sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato (prove di carico con piastra, rilievo delle deflessioni con Falling Weight Deflectometer), sia prove effettuate sullo strato ricoperto (con Falling Weight Deflectometer).

In alternativa alle misure di portanza, è ammesso il controllo basato sulla resistenza a compressione e sulla resistenza a trazione indiretta del materiale prelevato all'atto della stesa, . Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, tutti i valori di portanza dello strato di misto cementato dovranno essere non inferiori ai valori limite previsti.

Tolleranze sui risultati

A discrezione della Direzione Lavori possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per ciascun tipo di prova, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime.

Negli altri casi si può accettare che su n. 5 risultati di una stessa prova di controllo n. 1 possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento da tali valori non ecceda:

il 3%, per la misura del grado di addensamento; il 5%, per le misure del modulo M_d ;

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico dinamico M_{ed} , ricavata da almeno 12 determinazioni, non dovrà essere inferiore ai valori minimi prestabiliti. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi, purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%.

Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto nel Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Salvo documentata diversa prescrizione della Direzione Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in Tabella 10.12.

ARTICOLO 11. MURATURA DI LASTRICO PER PAVIMENTAZIONI STRADALI

La muratura del lastrico per carreggiate e/o marciapiedi deve essere effettuata in maniera da realizzare una pavimentazione omogenea, priva di discontinuità e caratterizzata dalle ottimali pendenze per la fruizione da parte degli utenti nonché per il corretto deflusso delle acque meteoriche. A tal fine si deve provvedere alla definizione dei piani di posa con apposita strumentazione (tachimetri, livelli, etc...), facendo opportuno riferimento ai piani delle aree adiacenti e agli accessi e soglie presenti.

Le operazioni di muratura possono avere inizio una volta verificata l'adeguatezza dello strato di fondazione, in riferimento a pendenze, grado di maturazione, quote, etc.

Prima di procedere alla posa del lastricato si deve provvedere alla definizione del disegno della pavimentazione oggetto di muratura, da concordarsi preventivamente con la Direzione Lavori nel rispetto delle specifiche previsioni progettuali nonché in accordo (dove eseguito) con il rilievo della pavimentazione preesistente effettuato in fase di smontaggio.

E' onere dell'Impresa provvedere all'accatastamento in cantiere, in prossimità delle aree in cui deve essere realizzata la pavimentazione, delle necessarie quantità di lastrico nelle forme e dimensioni opportune, in maniera da rendere le operazioni di muratura il più fluide possibili e prive di interruzioni. L'accatastamento deve essere effettuato in maniera tale da garantire il mantenimento delle condizioni di sicurezza all'interno del cantiere e da evitare intralci alla fruizione delle sedi stradali (salvo quanto previsto dalle ordinanze di mobilità vigenti per l'esecuzione dei lavori).

Nel corso delle operazioni di muratura si deve provvedere alla verifica del materiale fornito (sia esso di nuova fornitura che di riutilizzo) al fine di scartare eventuali lastre danneggiate, con caratteristiche non idonee (ad esempio lastre provenienti da strati dell'affioramento geologico non idonei) o comunque non

rispettanti le specifiche progettuali. In ogni caso è onere dell'Appaltatore provvedere alla rimozione e sostituzione di eventuali elementi del lastrico murato ritenuti non idonei dalla Direzione Lavori.

La movimentazione delle lastre deve essere effettuata con macchinari di sollevamento di tipo a ventosa, alimentati da impianto idraulico con depressore ad aria e dotati di piatto munito di guarnizione in gomma; tali macchinari possono essere applicati a miniescavatori o mezzi simili dotati di valvole di blocco, da scegliersi in funzione delle caratteristiche del contesto di intervento (mezzi di dimensioni adeguate). La movimentazione manuale degli elementi del lastrico è da prevedersi limitatamente a situazioni puntuali e comunque nel rispetto della tutela della salute e sicurezza dei lavoratori secondo le norme vigenti.

La muratura del lastrico deve essere effettuata, salvo diverse previsioni progettuali o indicazioni della Direzione Lavori, secondo la tecnica della "calzatura" e della "stuccatura fresco su fresco", prevedendo lo sviluppo delle seguenti operazioni:

Realizzazione, al di sopra della fondazione, di strato di allettamento in malta cementizia di spessore finito minimo 7 cm a consistenza di "terra umida" realizzato con malta di cemento R325 a q 3/mc e inerti fino alla pezzatura massima di mm 10;

bagnatura con acqua del lato delle lastre destinato al contatto con l'allettamento al fine di eliminare polvere e sporcizia e favorire quindi l'aggrappo;

stesa al di sotto della singola lastra di strato di boiaccia di cemento "morbida" (sabbia fine e 300 kg/m³ di cemento R325) tale da favorire l'aggrappo della lastra allo strato di allettamento;

posa delle lastre (da movimentarsi secondo le specifiche sopra descritte) tramite "battitura" e costipazione dell'allettamento eseguiti mediante attrezzature idonee (pali in ferro, battitori in legno, mazzuoli, etc...) opportunamente dotate sulle superfici di battitura di elementi che evitino la scalfittura delle lastre stesse; tale operazione deve essere effettuata in maniera da far risalire la malta di

allettamento intorno alla lastra (effetto "calzatura) avvolgendola fino a circa metà dell'altezza della lastra stessa;

posa delle lastre in modo da ottenere giunti tra pezzo e pezzo di larghezza non inferiore a mm 10, e comunque nel rispetto delle previsioni progettuali nonché delle indicazioni della Direzione Lavori;

pulizia dei giunti al fine di rimuovere completamente eventuali residui delle attività di cantiere o di sporcizia;

esecuzione nel corso della stessa giornata di posa delle lastre (tecnica "fresco su fresco") di stuccatura realizzando il perfetto riempimento dei giunti con malta cementizia grassa (sabbia fine di lago o di fiume e 400 kg/m³ di cemento R325) mediante colatura con tazza, evitando le sbavature sui pezzi e qualsiasi residuo di malta sulla pietra; la scelta degli inerti per la preparazione della boiaccia per il riempimento dei giunti deve essere effettuata, nel rispetto delle previsioni progettuali nonché delle indicazioni della Direzione Lavori, in maniera da rispettare le caratteristiche cromatiche della pavimentazione; al termine delle operazioni di stuccatura, la superficie lastricata dovrà essere ripulita da ogni residuo di malta prima dell'avvenuto indurimento mediante l'impiego di apposita macchina spugnatrice o tramite leggero e continuo getto d'acqua.

11.1 LAVORAZIONI SUPERFICIALI DEL LASTRICO

I materiali lapidei destinati all'utilizzo per realizzazione di lastrici stradali (carreggiate e/o marciapiedi) devono essere lavorati sulle facce superiori secondo le previsioni progettuali e le indicazioni della Direzione Lavori rispettando le prescrizioni qui nel seguito riportate.

Tutte le lavorazioni di cui al presente articolo devono essere eseguite a mano, in opera o in laboratorio, con l'ausilio di mezzi manuali e/o meccanici, escludendo pertanto il ricorso a macchinari automatizzati (salvo i casi in cui tali lavorazioni siano espressamente previste in progetto).

In generale le lavorazioni superficiali del lastrico devono essere eseguite in maniera da eliminare dalla faccia superiore il "piano sega" e da creare una superficie antiscivolo e resistente agli agenti atmosferici.

In ogni caso prima dell'esecuzione delle lavorazioni dovrà essere proposto idoneo campione alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Punzecchiatura

La punzecchiatura delle lastre deve essere eseguita, in laboratorio o in opera, a mano con scalpello a punta fine al widia, utilizzato manualmente con apposita mazzetta o con l'ausilio di martellini ad aria utilizzati manualmente con mandrino per l'alloggio di punta diamantata al widia; la punzecchiatura deve essere eseguita per file parallele poste ad una distanza da una spuntata all'altra di circa 1,5 cm, disposte con inclinazione di 45° rispetto al lato lungo della lastra. Nel caso di posa della pavimentazione a spina, è onere dell'Appaltatore provvedere all'esecuzione di punzecchiatura destra e sinistra sulle singole lastre in funzione della loro posizione.

Nastrino

La lavorazione del nastrino su perimetro della lastra deve essere realizzata a mano, in laboratorio o in opera, con scalpello a punta piatta al widia, utilizzato manualmente con apposita mazzetta o con l'ausilio di martellini ad aria utilizzati manualmente con mandrino per l'alloggio di punta diamantata al widia; la realizzazione del nastrino deve essere finalizzata alla creazione di un piano omogeneo sul profilo perimetrale della lastra al fine di eliminare punte, spigoli vivi o discontinuità in fase di posizionamento di una lastra accanto all'altra. Lo spessore del nastrino deve rispettare le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori, ed essere in ogni caso inferiore a 2 cm; la profondità del nastrino (misurata dal piano di calpestio della lastra) deve rispettare le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori, ed essere in ogni caso inferiore a 0,5 cm.

Rigatura

La lavorazione di rigatura, sia essa a spina o unidirezionale, deve essere realizzata a mano, in laboratorio o in opera, con subbia al widia, utilizzata manualmente con apposita mazzetta o con l'ausilio di martellini ad aria utilizzati manualmente con mandrino per l'alloggio di punta diamantata al widia; la realizzazione della rigatura deve essere finalizzata alla creazione di un piano omogeneo. La profondità della rigatura (misurata dal piano di calpestio della lastra) deve rispettare le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori, ed essere in ogni caso inferiore a 0,5 cm. La distanza tra le righe dovrà rispettare le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori, ed essere in ogni caso superiore a 1 cm e inferiore a 3 cm. Nel caso di rigatura a spina, le righe dovranno essere inclinate a 45° rispetto al lato lungo della lastra e centrate sulla mezzzeria del lato corto della lastra.

Schiantatura

La lavorazione di schiantatura sul perimetro della lastra deve essere realizzata a mano con apposita mazzetta e con schiantino al bidia di larghezza 4/6 cm; la realizzazione della schiantatura deve essere finalizzata alla eliminazione lungo il perimetro della faccia superiore dei piani sega.

Fiammatura

La lavorazione di fiammatura deve essere realizzata con cannello munito di fiamma ossidrica alimentata da una miscela di Ossigeno e Propano, con fiamma ad alta temperatura; la lavorazione deve provocare shock termico tale da bruciare il primo strato (piano sega), provocandone il distacco e determinando una superficie ruvida antiscivolo e resistente agli agenti atmosferici.

ARTICOLO 12. STRATI DELLA PAVIMENTAZIONE INCONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO

12.1.1 Strati di base ottenuti dal riciclaggio a freddo con emulsione e cemento di conglomerati fresati

Generalità e definizioni

Il conglomerato bituminoso ottenuto per impasto del fresato stradale a temperatura ambiente con emulsione bituminosa e cemento viene realizzato mediante idonee attrezzature che consentano di impastare, stendere

e compattare la miscela costituita dal conglomerato bituminoso preesistente, rifelezionato granulometricamente, per correggere l'aumento di parti fini generate dalla fresatura stradale, eventuali inerti di integrazione, emulsione bituminosa modificata, acqua, cemento ed eventuali additivi. L'utilizzo dell'emulsione di bitume modificato per il confezionamento di queste miscele permette di ottenere conglomerati bituminosi con una duttilità tale da avere un comportamento a fatica assimilabile a quello di un conglomerato bituminoso tradizionale a caldo. Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di base aventi spessore maggiore o uguale a 10 cm.

Qualifica dei materiali

Materiale da riciclare

Per materiale da riciclare si deve intendere quello proveniente dalla demolizione, anche parziale, della pavimentazione preesistente, eseguita con idonee macchine fresatrici. Per la realizzazione dello strato di base può essere utilizzato conglomerato bituminoso fresato di qualsiasi provenienza; sarà da preferirsi il fresato proveniente dalla demolizione dell'intero strato, privato dei primi centimetri componenti lo strato di usura.

Saranno utilizzabili anche materiali fresati dagli strati superiori della preesistente fondazione; in tal caso occorrerà verificare l'assenza di frazioni plastiche (limi, argille) che andranno allontanate qualora presenti.

Prima del suo reimpiego, il materiale da riciclare deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni maggiori del diametro massimo previsto per la miscela, tali elementi potranno essere reimpiegati previa frantumazione all'interno di idoneo mulino; la miscela composta dal conglomerato da riciclare e dagli aggregati di primo impiego dovrà verificare la rispondenza alle prescrizioni granulometriche ante e post estrazione di bitume (UNI EN 933-1:1999, UNI EN 12697-2:2008). Le percentuali di materiale da riciclare, sia provenienti da strati di conglomerato bituminoso sia dalla fondazione, devono essere obbligatoriamente dichiarate nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare prima dell'inizio dei lavori.

Inerti d'integrazione

Qualora la curva granulometrica del materiale da riciclare non consenta la realizzazione della curva di progetto si dovrà operare mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nei fusi.

Gli inerti d'integrazione risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini e devono essere conformi allo studio preliminare della miscela. La quantità complessiva di inerti non ricoperti da bitume (fondazione e inerti d'integrazione) dovrebbe, preferibilmente essere la minima possibile compatibilmente con il rispetto dei requisiti granulometrici e comunque non deve superare il 30% in peso della miscela.

Gli aggregati 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 13043.

Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle norme UNI di riferimento (UNI EN 1097 - UNI EN 933 - UNI EN 1367 -UNI EN 12697).

Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche previste dalle norme UNI di riferimento (UNI EN 933 - UNI CEN ISO/TS 17892- 12)

Bitume

Il bitume finale deve essere costituito da quello presente nel materiale fresato integrato con quello proveniente dall'emulsione bituminosa cationica sovrastabilizzata formulata con bitume modificato con polimeri SBR.

L'emulsione deve rispondere alle caratteristiche indicate nella Tabella 12.a.

I leganti a base di bitume 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 delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.a CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 58	Classe 5
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	35 - 80	Classe 4
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	≥ 220	Classe 7
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 75	Classe 2
Cement mix	UNI EN 12848	g	≤ 2	Classe 2
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Force Ductility Test a 5°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm ²	≥ 2	Classe 3
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 50	Classe 4

Cemento

E' da considerarsi un additivo catalizzatore di processo, importante per regolare i tempi di rottura dell'emulsione che divengono più o meno critici in relazione al tipo di applicazione.

Nel riciclaggio a freddo deve essere impiegato cemento con classe di resistenza 32,5 N, appartenente ad uno dei seguenti tipi, elencati nella norma UNI EN 197-1/2001 :

- CEM I (cemento Portland);
- CEM III (cemento d'altoforno);
- CEM IV (cemento pozzolanico).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93

n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 315. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/93 n. 315.

Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche

Miscela

Studio della miscela di progetto

La formulazione della miscela (granulometria del materiale da riciclare e degli inerti d'integrazione, percentuale di emulsione bituminosa, di cemento e di acqua) deve essere ottenuta mediante uno specifico studio, **eseguito a spese e cura della ditta**, che preveda:

prelievo, mediante fresatrice, sulla tratta interessata dai lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio degli stessi, di materiale sciolto fresato per la determinazione della curva granulometrica (UNI EN 933-1) ante e

post-estrazione del bitume, della percentuale di bitume (UNI EN 12697-1). Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 5000 m² di fascia stesa ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

Definizione della curva granulometrica di progetto con previsione di eventuale aggiunta di inerti d'integrazione. La curva granulometrica della miscela finale deve essere compresa nel fusi riportati in progetto e avere andamento continuo. Dopo la compattazione devono essere eseguiti controlli granulometrici per correggere eventuali variazioni.

Determinazione della massima densità della miscela di progetto mediante la preparazione di campioni di miscela essiccata (granulometria di progetto) del peso di 4500g (comprensivo di una percentuale di cemento pari a circa al 2%) con quantità crescenti di acqua dell'1,0% in peso; con il materiale di ogni campione si confezionano provini utilizzando la pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31 e si determina la massa volumica secca geometrica ottenuta per ogni provino; la costruzione della curva della massa volumica secca in funzione dell'umidità consente di individuare la percentuale di acqua corrispondente alla massa volumica massima.

Determinazione della percentuale ottimale di emulsione e di cemento: utilizzando la pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31, si confezionano provini di miscela essiccata (granulometria di progetto) con quantità crescenti di emulsione bituminosa, cemento e acqua, facendo in modo che la percentuale di umidità dell'impasto w, determinata considerando la quantità di acqua e emulsione, non sia mai superiore a quella corrispondente alla massa volumica massima dell'impasto.

Prima di iniziare la maturazione, i provini devono essere messi a sgocciolare fin quando il contenuto d'acqua si è ridotto al 50% di quello iniziale. Ciascuna serie di provini così confezionata deve subire una maturazione a 40 °C per 72h e successivamente essere utilizzata per le seguenti prove:

n.ro 2 provini per la determinazione della massa volumica secca geometrica di riferimento a 180 giri (indicata nel seguito con DG);

n.ro 4 provini per la determinazione della resistenza a trazione indiretta a 25 °C dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C.

Con la miscela ottimale, ottenuta in base ai risultati delle prove eseguite sui provini maturati per 72 ore a 40 °C, si devono confezionare altri 6 provini (maturati nelle medesime condizioni sopra descritte) per le seguenti ulteriori determinazioni:

n.ro 3 provini per la perdita di resistenza per imbibizione a 25 °C per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio. La resistenza a trazione indiretta deve risultare almeno il 75% di quella ottimale;

n.ro 3 provini per la determinazione del modulo di rigidezza (valore assoluto) a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve risultare maggiore di 3000 MPa.

Per l'individuazione dei tempi di apertura al traffico, sulla miscela ottimale devono essere confezionati con le stesse modalità di cui sopra 3 serie di 3 provini da sottoporre a maturazione per 24h, 72h e 168h a 20 °C e rotti con sistema diametrale a 25 °C (dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C).

Accettazione della miscela

L'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. la composizione della miscela che intende adottare. La composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di ± 10 per i materiali riciclati e di ± 5 per gli aggregati d'integrazione. Per la percentuale di emulsione bituminosa (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 $\pm 0,25\%$. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dalle carote prelevate in sito.

Esecuzione dei lavori

Il riciclaggio a freddo deve essere realizzato mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: macchina fresatrice, impianto di vagliatura e miscelazione semovente, vibrofinitrice e rulli.

In alternativa all'impianto di riciclaggio semovente, per il confezionamento della miscela potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare la miscela rispondente a quella indicata nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La posa in opera dei conglomerati riciclati a freddo viene effettuata con macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione il grado di addensamento G^9 della miscela in sito non dovrà essere inferiore al 98%.

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 rullatura si riterrà terminata quando l'acqua contenuta nello strato sarà risalita in superficie.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Lo spessore finito dello strato non dovrà essere superiore a 15 cm. Spessori più alti saranno accettati purché sia presente una certa drenabilità dei supporti (per lo smaltimento delle acque in eccesso) e siano usate macchine con mescolatori abbastanza capienti per consentire il raggiungimento di buone miscele anche alle profondità più elevate di 15 cm.

L'apertura alle successive lavorazioni e/o al traffico va valutata di volta in volta.

Controlli

Il controllo della qualità delle miscele riciclate a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio e in sito. Le prove di laboratorio interesseranno i materiali costituenti, la miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa e le carote estratte dalla pavimentazione.

Controllo della miscela prelevata in fase di posa in opera

Il prelievo della miscela riciclata avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni preparati entro due ore dal momento del prelievo del materiale dalla miscelatrice saranno effettuati, da un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i controlli della distribuzione granulometrica della miscela (riciclato e inerte di integrazione), della massa volumica geometrica a 180 giri nonché della resistenza meccanica (resistenza a trazione indiretta e modulo di rigidezza), da confrontare con quelle della miscela di progetto. I valori rilevati in sede di controllo, determinati come media dei valori di 4 provini, dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori.

Controlli prestazionali sullo strato finito

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto rispetto al riferimento desunto dalle prove di laboratorio con la pressa giratoria e attraverso il controllo dei valori dei moduli e/o della capacità portante. Le misure della massa volumica sono effettuate su carote estratte dallo strato della pavimentazione dopo 15 giorni dalla stesa. A compattazione ultimata, il grado di addensamento G della miscela in sito non dovrà essere inferiore al 98% rispetto alla miscela di progetto dichiarata prima dell'inizio dei lavori.

Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito siano non inferiori a quelle previste nel Progetto della sovrastruttura. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione.

A tale scopo, saranno eseguite prove di deflessione dinamica ad elevato rendimento con il Falling Weight Deflectometer (ASTM D4694/96) per la determinazione del modulo elastico Med in condizioni dinamiche. Sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato, sia prove effettuate sullo strato ricoperto.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico dinamico mediante un programma di retrocalcolo di provata affidabilità e preventivamente accettato da parte della D.L.. Il valore del modulo elastico dinamico dopo 90 giorni di maturazione dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20 °C utilizzando le curve maestre ottenute sulle miscele di laboratorio.

Per prove eseguite direttamente sullo strato riciclato, i valori della tensione trasmessa dalla piastra dovranno essere prossimi a 600 kPa, mentre per prove eseguite sullo strato ricoperto i valori della tensione trasmessa dalla piastra dovranno essere maggiori di 800 kPa e comunque tale da produrre deflessioni al di sotto della piastra maggiori di 250 µm.

Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 10 m di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 12, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo elastico dinamico espresso in MPa, ricavato dai valori risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici dinamici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate con metodi statistici. Sarà possibile determinare con buona affidabilità i valori del modulo elastico in condizioni dinamiche solo nel caso di spessori in opera dello strato maggiori a 13 cm.

Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico Med dopo 90 giorni di maturazione, ricavato da almeno 12 determinazioni, non deve essere inferiore al valore limite. Può essere tollerato uno scostamento da tale valore minimo purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%; per valori del modulo inferiori a tale limite verrà applicata una detrazione dell'2,5% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza al di sotto di tale limite fino ad un valore minimo del modulo pari al 70% di quello iniziale: valori inferiori a tale limite comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori del grado di addensamento G inferiori a quelli previsti in 12.1.3.4 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di grado di addensamento G inferiore al 98% fino ad un valore minimo del 94%; valori del grado di addensamento G inferiori al 94% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Le superfici finite devono risultare perfettamente regolari, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 20 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto nel Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 10% del prezzo di elenco per ogni cm di materiale mancante oltre la tolleranza. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12. 2 Miscele per strati di binder

12.2.1 Strati di binder realizzati con conglomerati bituminosi tradizionali a caldo



Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi a caldo sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume, additivi ed eventualmente conglomerato riciclato.

Essi si distinguono in conglomerati bituminosi “tradizionali”, se confezionati con bitume semisolido (tal quale) e conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni, se confezionati con bitume modificato. Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di binder aventi spessore maggiore o uguale a 6 cm.



Qualificazione dei materiali

Per la qualificazione del materiale, si rimanda all'art.1.10.

Esecuzione dei lavori

Confezionamento della miscela

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

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione; ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 160° C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

Preparazione della superficie di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.62, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.62 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a $0,30 \text{ kg/m}^2$.

Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.63 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a $0,35 \text{ kg/m}^2$.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino i valori riportati all'art. 1.10.

I leganti a base di bitume impiegati per le mani di ancoraggio e di attacco 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 delle norme europee armonizzate UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

Posa in opera della miscela

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica 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 devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale 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.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa 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; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C .

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

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

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del binder verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.b. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);
- il modulo di rigidezza E (UNI EN 12697-26 allegato C) a 20 °C e rise-time=125 ms.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela.

TABELLA 12.b CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Percentuale di bitume e granulometria degli aggregati risultanti dallo studio della miscela
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Modulo di rigidezza E risultante dallo studio della miscela con una tolleranza di $\pm 20\%$ e comunque all'interno dei limiti di progetto

Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella Tabella 12.c.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto

TABELLA 12.c CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.3 Strati di usura in conglomerato bituminoso a caldo

12.3.1 Miscele per strati di usura tradizionali

Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi per strati di usura realizzati a caldo sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume e additivi ed eventualmente conglomerato riciclato.

Essi si distinguono in conglomerati bituminosi "tradizionali", se confezionati con bitume semisolido (tal quale) e conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni, se confezionati con bitume modificato. Per i conglomerati ad elevate prestazioni sono previsti due tipi di legante, uno a modifica "Medium" ed uno a modifica "Hard".

Qualificazione dei materiali

Per la qualificazione del materiale, si rimanda all'art.1.10.

Esecuzione dei lavori

Confezionamento delle miscele

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

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata: inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%, Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

Preparazione delle superfici di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.122, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m².

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.122 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m².

Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.d dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 Kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un

massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.122 per ciascun tipo di emulsione.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

TABELLA 12.d REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI DI ANCORAGGIO E DI ATTACCO

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%	Cationica		
				55%	60%	65%
Polarità	UNI EN 1430		> 0	> 0	> 0	> 0
Contenuto di acqua % peso	UNI EN 1428	%	30 ± 1	45 ± 2	45±2	35±2
Contenuto di	UNI EN 1431	%	70 ± 1	55±2	60±2	65±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	0	1-6	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	UNI EN 12846	°E	> 20	2-6	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 gg	UNI EN 1430	%	< 5	< 5	< 10	< 8
Residuo bituminoso						
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70	> 70		
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65	> 35	> 40	> 40
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 1430	%	> 75			

Posa in opera delle miscele

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento: in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica 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 devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale 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.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa 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: inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

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

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento

delle massime densità ottenibili. Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Si potrà procedere alla stesa della miscela bituminosa dello strato di base solo dopo che sia stata accertata, da parte della Direzione Lavori, la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima di stendere il conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato, al fine di garantire l'ancoraggio dei due strati, si dovrà procedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso: nel caso di stesa in doppio strato, essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di $0,3 \text{ Kg/m}^2$ di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna. *Controllo delle miscele prelevate al momento della stesa*

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.e. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);

la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);

la quantità di attivante d'adesione mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23).

In mancanza della Pressa Giratoria e in via transitoria vengono effettuate prove secondo il metodo Marshall per le seguenti determinazioni:

massa volumica (DM), stabilità e rigidezza (prEN 12697-34);

percentuale dei vuoti residui (prEN 12697-8);

perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (EN 12697-12);

resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana, EN 12697-23).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela .

Per lo strato di usura e per quello di collegamento, viene controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (UNI EN 12697). Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40 $\text{cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$ mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra 14×10^6 e $26 \times 10^6 \text{ cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$.

TABELLA 12.e CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO CAMPIONE	DI	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
------------------	----	------------------------	-----------------	------------------------

Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m² di stesa	J1 a 10 °C compreso tra 25 e 40 cm²/ (daN*s) Jp a 40 °C compreso tra 14 x 10⁶ e 26 x 10⁶ cm²/ (daN*s).

Controlli prestazionali sugli strati finiti

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella Tabella 12.f

Sulle carote verranno determinati:

Lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna

carota); la massa volumica;

la percentuale dei vuoti residui;

il modulo complesso E (UNI EN 12697-26).

Qualora l'altezza ridotta delle carote non consenta l'esecuzione di quest'ultima prova, il modulo complesso verrà determinato su provini confezionati in laboratorio con la corrispondente miscela prelevata in corso d'opera, costipata fino al raggiungimento della massa volumica in situ.

TABELLA 12.f CONTROLLI PRESTAZIONALI SUGLI STRATI FINITI

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 1000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	% dei vuoti della miscela di progetto
Prove di portanza	Sito	Ogni 250 m ² di fascia stesa	E > E di progetto o E > 6000 MPa
Aderenza e tessitura	Sito	Su tratte di almeno 200 m per un totale pari al 10% della lunghezza complessiva di ogni corsia	H S ≥ 0.4 mm (media su 50m) BPN ≥ 60 (ogni 50 m)

Portanza

A discrezione della D.L. potranno essere eseguiti anche controlli di portanza. Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico dinamico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con attrezzature di tipo F.W.D; per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori e/o potranno essere ricavati mediante una campagna di carotaggi successivi da eseguire con le frequenze riportate in Tabella 12.f.

Per un maggiore dettaglio nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo della stratigrafia della pavimentazione eseguito con apparecchiatura georadar equipaggiata con antenne aventi frequenze di 0.6 GHz e 1.6 GHz.

Le prove di deflessione dinamica tipo F.W.D., in relazione al tipo di intervento effettuato e ai controlli che si vogliono effettuare, dovranno rispettare le seguenti modalità di esecuzione:

- A. Pavimentazione nuova o strati legati a bitume completamente rinnovati :

A1: Valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume ≥ 10 cm) :

le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato.

A2 : Valutazione del modulo dello strato di Base legato a bitume (spessore della Base ≥ 10 cm) e del modulo medio complessivo degli strati di Binder e Usura sovrastanti (spessore complessivo ≥ 4 cm) :

saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata, almeno un giorno dopo la stesa, direttamente sulla superficie finita dello strato di base in conglomerato bituminoso mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

B. - Pavimentazione risanata superficialmente o ricoperta

B1 : Valutazione del modulo complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume rinnovati od aggiunti (spessore complessivo del Pacchetto degli strati rinnovati o aggiunti > 4 cm):

saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata entro i 60 giorni precedenti l'intervento sulla vecchia superficie della pavimentazione, mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 120° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante un programma di retrocalcolo di provata affidabilità e preventivamente accettato da parte della D.L. Il valore del modulo calcolato dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C secondo curve di correzione proposte dalla D.L. o determinate sperimentalmente sulla stessa pavimentazione..

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto B.1 si procederà all'interpretazione delle misure di deflessione della prima e della seconda serie di prove calcolando il modulo complessivo del pacchetto degli strati legati a bitume, rispettivamente, nelle condizioni precedenti l'intervento ed in quelle modificate (dopo la sua realizzazione) per il contributo offerto dagli strati aggiunti o rinnovati.

Confrontando le rigidezze nelle due condizioni del pacchetto degli strati legati a bitume sarà possibile allora calcolare il modulo elastico complessivo degli strati aggiunti o rinnovati.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto A.2 la procedura da seguire è del tutto identica a quella appena descritta salvo il fatto che dalla prima serie di prove si otterrà il modulo elastico dello strato di Base e dalla seconda serie il modulo medio complessivo di tutto il pacchetto degli strati legati a bitume; confrontando le rigidezze nelle due condizioni sarà possibile calcolare il modulo elastico complessivo degli strati superiori (Usura+Binder).

Le prove dinamiche tipo F.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 35°C evitando, nell'avanzata primavera e nella stagione estiva, le ore comprese tra le 10.00 ed il tramonto in giornate particolarmente calde. Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 m di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 m. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 12, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in MPa, ricavato dai valori risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate con metodi statistici. I valori dei moduli calcolati non potranno essere inferiori ai valori limite dichiarati nello studio di progetto della miscela o a quelli indicati in progetto quando questi ultimi siano superiori. In assenza di precise indicazioni, il valore del modulo elastico dinamico del pacchetto di strati legati a bitume non dovrà essere inferiore a 6000 MPa.

Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 12.g. Le misure di resistenza ad attrito radente, eseguite con lo Skid Tester secondo la norma CNR 105/85, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) uguali o maggiori di 60; la tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, deve essere maggiore o uguale a

0.4 mm. In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992).

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature dovranno essere ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata; in aggiunta potranno essere forniti anche i valori dell'IFI (F60, Sp). Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata almeno per il 50% della lunghezza complessiva della stesa. Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e

localizzate delle superfici. Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Per quanto riguarda le misure di aderenza e tessitura eseguite con il profilometro laser il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m lungo ogni striscia longitudinale, pertanto, ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m (uno per ciascuna striscia longitudinale).

Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;

inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure di profilo longitudinale dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando un profilometro laser e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo. Per valori del modulo complesso E inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 10%, verrà applicata una detrazione dell'1.7 % del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza, oltre la tolleranza, del modulo dinamico a compressione. Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico dinamico ricavato da almeno 12 determinazioni non deve essere inferiore ai valori limite.

Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 10% ; per valori del modulo inferiori a tale limite verrà applicata una detrazione dell'1.7% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza al di sotto di tale limite fino ad un valore minimo del modulo pari al 60% di quello iniziale: valori inferiori a tale limite comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa), verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco

per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%: valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Qualora il valore medio di BPN o HS, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea) o per ciascuna tratta da 50 m, sia inferiore ai valori prescritti per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. I valori della soglia di non accettabilità sono :

B P N = 50
H S = 0,4 mm

Qualora il valore medio di BPN o HS, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; in

alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i valori deficitari al disopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di BPN e HS al disopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 4 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12. 4 MICROTAPPETI A FREDDO (SLURRY SEALS)

12.4.1 Generalità e definizioni

I microtappeti a freddo sono interventi finalizzati al miglioramento dell'aderenza e dell'impermeabilità superficiale di pavimentazioni flessibili. Essi consistono nella stesa in strati sottili di malte bituminose irruvidite, ottenute miscelando aggregati lapidei di qualità con emulsioni bituminose elastomerizzate ed idonei additivi, con eventuale aggiunta di acqua e di fibre. Essi possono essere impiegati anche su strade con velocità di progetto elevate e su tratti in cui si hanno impegni significativi dell'aderenza (curve, intersezioni, livellette con pendenze elevate)

12.4.2 Qualificazione dei materiali

Aggregati

Gli aggregati lapidei sono costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee; essi devono soddisfare particolari requisiti in termini di granulometria, forma, pulizia, e resistenza meccanica.

L'aggregato grosso, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12g, deve essere ottenuto esclusivamente dalla frantumazione di rocce di cava.

TABELLA 12g REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Parametro	normativa	requisito
-----------	-----------	-----------

Los Angeles (*)	UNI EN 1097/2	≤ 18
Micro Deval umida (*)	UNI EN 1097/1	≤ 12
CLA	UNI EN 1097/8	≥ 45
Spogliamento	UNI EN 12697/11	0
Sensibilità al gelo (°)	UNI EN 1367/1	≤ 20
Indice di appiattimento	UNI EN 933/3,4	≤ 15
(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.		

L'aggregato fine, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 13.h deve essere composto da sabbia di frantumazione. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia deve garantire una buona tenacità.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie aventi diametro equivalente maggiore di 2 mm (maglia quadra) non deve superare nella curva granulometrica finale il 10 % in peso quando le stesse sabbie provengono da rocce aventi un valore di C.L.A. ≤ 0,43.

TABELLA 13.h REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Parametro	normativa	requisito
Los Angeles (*)	UNI EN 1097/2	≤ 18
CLA	UNI EN 1097/8	≥ 45
Equivalente in sabbia ES	UNI EN 933/8	≥ 80
(*) ricavato sulla roccia di origine per la classe C.		

Il filler proveniente dalla frazione fine degli aggregati potrà essere integrato con filler di apporto costituito normalmente da cemento Portland 325 oppure da polvere di roccia calcarea, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per microtappeti a freddo deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 13.i.

TABELLA 13.i REQUISITI DEL FILLER PER MICROTAPPETI A FREDDO

Parametro	Normativa	Unità di misura	requisito
Spogliamento	UNI EN 12697/11	%	≤ 5
Passante allo 0.18	UNI EN 933/1	%	100
Passante allo 0.063	UNI EN 933/1	%	≥ 80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Rigden	UNI EN 1047/4	%	30-45
Stiffening Power	UNI EN 13179/1	ΔPA	≥ 5
Rapporto filler/bitume = 1.5			

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dei materiali tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

Legante

Il legante impiegato è una emulsione bituminosa elastomerizzata a rottura controllata, avente un contenuto di bitume pari al 60 % oppure al 65 %; le caratteristiche del legante residuo sono riportate in Tabella 13.l.

TABELLA 13.l REQUISITI DEL LEGANTE

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	requisito
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 60
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	< -14
% di elastomero sul peso di bitume	-	%	3.5 ÷ 5.0

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

Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque ritenute dannose.

12.4.3 Studio della miscela di progetto

Le miscele devono avere una composizione diversa in funzione dello spessore finale che si intende ottenere; in

Tabella 13.m sono riportati i requisiti granulometrici delle miscele per i diversi tipi di soluzione.

TABELLA 13.m REQUISITI GRANULOMETRICI DELLE MISCELE

SPESSORE	3 mm	6 mm	9 mm
Granulometria			

Passante al staccio 12. mm			100
Passante al staccio 8mm	100	100	85 ÷ 100
Passante al staccio 4 mm	85 ÷ 100	55 ÷ 85	55 ÷ 75
Passante al staccio 2 mm	58 ÷ 83	30 ÷ 55	30 ÷ 55
Passante al staccio 0.40 mm	22 ÷ 36	14 ÷ 28	14 ÷ 28
Passante al staccio 0.125 mm	11 ÷ 22	8 ÷ 19	8 ÷ 19
Passante al staccio 0.063 mm	6 ÷ 10	5 ÷ 10	4 ÷ 10
Miscela			
Dosaggio della malta (Kg/m ²)	6 ÷ 10	8 ÷ 14	13 ÷ 20
D _{max} aggregati (mm)	5 ÷ 6	7 ÷ 9	10 ÷ 12
Bitume residuo (% peso aggregati)	7 ÷ 10	6 ÷ 8	5 ÷ 7.5

Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti al bitume, consentono di migliorarne le caratteristiche. Per favorire una distribuzione uniforme l'aggiunta deve avvenire per soluzione acquosa durante la preumidificazione.

Attivanti d'adesione

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose. Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego (temperatura ambientale e del piano di posa), della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche richieste di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate in Tabella 13.7.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Fibre

Le fibre minerali possono essere aggiunte alla malta bituminosa, mediante idonea apparecchiatura, quando ancora non è avvenuta la rottura dell'emulsione; ciò allo scopo di favorire l'esecuzione dei microtappeti conferendo maggiore consistenza e stabilità al momento dell'applicazione. Le fibre minerali devono possedere i requisiti indicati in Tabella 13.n e vanno aggiunte con percentuali in peso riferite agli aggregati variabili tra lo 0,6% e 1,0%.

TABELLA 13.n REQUISITI PER LE FIBRE

CARATTERISTICHE	Unità	Valore
Peso del filo	tex (g/Km)	30 ± 2
Diametro medio del filo	micron	15 ± 1
Peso nominale/lineare della matassa	tex (g/Km)	2400 ± 15
Resistenza alla trazione	MPa	2400 ÷ 3400
Allungamento massimo	%	3,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 700

I dosaggi indicati in Tabella 13.n sono da ritenersi orientativi rispetto a quelli che devono essere formulati sulla base di studi specifici in relazione all'intervento da realizzare. Tali indagini di laboratorio devono consentire di valutare, oltre ai dosaggi di bitume residuo e degli aggregati, anche la compatibilità tra emulsione bituminosa ed aggregato lapideo, gli effetti dovuti all'apporto del filler e degli additivi, il quantitativo dell'eventuale acqua di apporto, il tempo di lavorabilità della malta.

12.4.4 Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati. Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica per l'aggregato grosso gli scostamenti delle singole percentuali devono essere al massimo pari a $\pm 3\%$; per l'aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) il limite dello scostamento ammissibile è pari a $\pm 2\%$ mentre per il passante al setaccio UNI 0,075 mm sono ammesse variazioni non superiori a $\pm 1,5\%$.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$.

Tali valori devono essere soddisfatti dai risultati ottenuti sulle miscele prelevate durante la stesa.

12.4.5 Esecuzione dei lavori

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del microtappeto a freddo si deve procedere alla preparazione del piano di posa mediante pulizia della superficie stradale (rimozione di detriti, polveri e sostanze estranee), sigillatura delle fessure, riprofilatura dei tratti deformati, eventuale umidificazione del supporto se completamente asciutto e caldo.

Confezionamento e posa in opera delle miscele

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente in grado di assicurare lo stoccaggio dei materiali costituenti (aggregati lapidei, emulsione bituminosa, acqua, additivi, regolatori di rottura), il corretto dosaggio e un'intima miscelazione. La miscela verrà stesa direttamente dalla macchina stenditrice e livellata mediante apposito stenditore a carter.

In particolari situazioni la Direzione Lavori potrà ordinare, dopo la stesa della malta e prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto prevedendo la stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia/m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati. Nei casi in cui siano presenti zone caratterizzate da elevate sollecitazioni tangenziali, è possibile effettuare una doppia stesa della malta bituminosa. Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevole scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela e assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone caratterizzate da elevate sollecitazioni superficiali tangenziali (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero in grado di simulare l'azione del traffico veicolare, munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore a 5 °C ed in caso di pioggia.

Controlli

Il controllo della qualità dei microtappeti a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove in situ.

Controllo delle forniture

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riassunti nella Tabella 13.o.

Nel caso di prove o prelievi in sito, il valore previsto in fase di progetto deve essere confrontato con la media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza < 1 km).

Controllo delle miscele prelevate in fase di posa in opera

La verifica di qualità dei materiali deve avvenire con frequenza giornaliera oppure ogni 10000 m² di stesa; il controllo sui dosaggi, oltre che in corso d'opera ogni 2000 m² di stesa, potrà essere effettuato sulle quantità

totali consumate (peso del legante, volume degli aggregati) ogni giorno lavorativo oppure ogni 10.000 m²; in ogni caso quantitativi di legante impiegati non devono essere inferiori a quelli stabiliti in fase di progetto e confermati dalla Direzione Lavori con tolleranze del $\pm 5\%$. Differenze superiori saranno in ogni caso penalizzate con una riduzione del 15 % del compenso.

La resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (CNR 105/85) deve fornire valori di BPN (British Pendulum Number) maggiori o uguali a 65. Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0,65. In alternativa, possono essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992).

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia UNI EN 933/8, deve essere superiore o uguale a 0,7 mm. Misure eventualmente eseguite con apparecchiature ad alto rendimento devono essere riferite all'altezza di sabbia (HS) con apposite relazioni.

Le misure di aderenza e macrotessitura devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico con un "passo di misura" di 10 m. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Qualora il valore medio di BPN o di HS (o di parametri equivalenti), per ciascuna tratta omogenea (tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale") sia inferiore ai valori prescritti, il trattamento superficiale viene penalizzato del 15% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di BPN o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0,40 e 0,30 mm l'Impresa è tenuta a sue spese ad eseguire l'asportazione completa del trattamento e al rifacimento dello stesso.

Il controllo visivo dello strato finito deve avvenire tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico della strada secondo un criterio che prevede la suddivisione del trattamento in maglie di superficie Sm lunghe 100 m aventi larghezza pari a quella di una corsia.

TABELLA 13.0 CONTROLLI DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
emulsione bituminosa	Cisterna	Settimanale oppure ogni 50000 m ² di stesa	Tabella 13.10
Aggregati e filler	Deposito	Settimanale oppure ogni 50000 m ² di stesa	Tabella 13.7, Tabella 13.8 , Tabella 13.9
emulsione bituminosa	Serbatoio	giornaliero oppure ogni 10000 m ² di stesa	Tabella 13.10
Aggregati e filler	Tramoggia	giornaliero oppure ogni 10000 m ² di stesa	Tabella 13.7, Tabella 13.8 , Tabella 13.9
dosaggio legante	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	$\pm 5\%$ del valore risultante dallo studio del trattamento
aderenza	Pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (CAT) oppure ogni 100 m (BPN)	CAT $\geq 0,65$ (media/50 m) BPN ≥ 65
macrorugosità	Pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (HS)	HS $\geq 0,7$ mm (media/50 m) HS $\geq 0,7$ mm (per misur
		oppure ogni 100 m (HS)	puntuali/100 m)

12.5 SIGILLATURA A FREDDO CON NASTRINO PREFORMATO

Si definisce sigillatura a freddo con nastro preformato l'intervento a carattere manutentivo, mediante il quale si interviene su pavimentazioni rigide e flessibili, in fessure di piccola larghezza, al fine di evitare un più veloce deterioramento delle sovrastrutture considerate. Il nastro preformato, una volta applicato a cavallo delle fessure, costituisce una vera e propria barriera di protezione degli strati e del sottofondo della pavimentazione da qualsiasi aggressione atmosferica e dall'ingresso accidentale di materiale estraneo, contrastando temporaneamente i fenomeni di degrado superficiale della pavimentazione quali sgranamento e rottura dei bordi della fessura.

Si utilizza anche per la sigillatura dei bordi dei rappezzi in conglomerato bituminoso nei casi in cui sia stata eseguita la fresatura dello strato esistente.

12.5.1 Materiali

Facendo riferimento alla classificazione fornita dall' ACI (American Concrete Institute), tra i tipi di materiali adatti alla sigillatura, si trovano quelli preformati applicati a freddo [SHRP-M/UFR-91-504 Innovative material and equipment for pavement surface repair].

Il materiale utilizzato è un tipo di sigillante bituminoso già preformato da applicare, direttamente allo stato in cui si trova e a freddo, in modo da ricoprire la fessura e anche parte della pavimentazione su entrambi i bordi, formando in tal modo una sorta di ponte continuo (overband) [SHRP-H- 348, Materials and procedures for sealing and filling cracks in asphalt-surfaced pavements]. Per maggiori dettagli si rimanda alle modalità di posa in opera. Il sigillante sagomato a nastro è disponibile sotto forma di rotoli di diversa larghezza, da montare sull'apposito strumento di applicazione, ha uno spessore di alcuni millimetri per non creare impedimenti al passaggio dei veicoli, e possiede caratteristiche di elevata adesività e impermeabilizzazione. Tra i materiali necessari alla sigillatura si trovano anche il primer e gli aggregati superficiali. Il primo di questi elementi ha la funzione di attivare l'adesione tra pavimentazione e sigillante, i secondi servono invece a rendere ruvida e antiaderente la superficie del materiale appena posato.

12.5.2 Sigillante

Il materiale in questione è un nastro sigillante di bitume modificato con elastomeri "SBR" e resine tekizzanti, estruso, preformato, prefabbricato industrialmente e pronto all'uso.

Il sigillante deve avere delle caratteristiche ideali tali da massimizzarne le sue prestazioni, una volta posto in opera, e da assicurarne una lunga durata.

Si sottolinea che il buon funzionamento del nastro si ottiene a condizione che lo stesso sia posato su strade con medio/alto traffico veicolare, così che la conseguente rullatura ne favorisca la compattazione all'interno della fessura.

Il sigillante a nastro preformato da applicare a freddo è costituito da un bitume modificato con gomme tipo SBR (10-15%), gomma riciclata (10-20%), resine alifatiche (3-5%), cariche minerali (10-15%) e olio di processo. Il bitume è di tipo emulsionabile 160-220 (specifiche C.E.N.) con un contenuto di paraffina (CNR BU 66) < 0,5 % in peso e un contenuto di zolfo (ASTM D1552-83) < 3 % in peso onde prevenire invecchiamento e infragilimento del sigillante. La gomma è di tipo copolimero stirene-butadiene a blocchi con un una percentuale di stirene del 30-32%. La gomma riciclata non deve contenere polimeri clorurati. La resina è di tipo alifatica con punto di rammollimento palla e anello (ASTM E2896) 96-104°C e

viscosità a 160°C (ASTM D-3236-88) da 2.000 a 3.000 mPa.s. L'olio di processo ha una viscosità cinematica a 40°C (ASTM D-445) 90-105 mm²/s e un punto di infiammabilità (ASTM D-92) > 250°C.

REQUISITI PRESTAZIONALI DELLA MESCOLA CON CUI SI REALIZZA IL NASTRINO A FREDDO

	Proprietà dei materiali	Valore	Tipo di Test
1	Punto di Rammollimento, in °C	>150	EN 1427
2	Penetrazione a cono a 25°C, in dmm	da 20 a 40	EN 13880-2
3	Penetrazione a sfera a 25°C, in dmm	da 3 a 10	EN 13880-3
4	Resistenza allo scorrimento a 60°C, in mm	<5	EN 13880-5
5	Viscosità Brookfield a 180°C, in CPs	150000-250000	EN 13072-2

REQUISITI PRESTAZIONALI DEL NASTRINO A FREDDO

	Proprietà dei materiali	Valore	Tipo di Test
1	Resistenza all'attrito radente, in BPN	>60	CNR BU 105 del 15/03/85

Primer

Il primer è un materiale che funge da attivatore di adesione tra sigillante e superficie di posa. È un prodotto in forma liquida che viene posto in opera con l'ausilio di un apposito pennello dopo aver pulito la fessura od il giunto. Normalmente, prima di procedere alla colatura del sigillante, si lascia trascorrere un breve tempo, 10 – 20 minuti, affinché esso si asciughi e sia in grado di sviluppare una presa efficace. L'uso di questo prodotto, in ragione anche del suo costo contenuto, è fortemente raccomandato dagli stessi produttori di sigillante in quanto migliora il risultato finale della sigillatura favorendo una forte adesione tra le superfici dei materiali a contatto. Il primer costituisce pertanto parte integrante del "sistema" sigillatura ovvero l'insieme dei tre elementi: sigillante – primer – giunto.

Per quanto concerne la composizione ed i requisiti del primer, esso dovrà essere costituito da una soluzione a base solvente di gomme termoplastiche tipo SBS e SIS (5-10%), resine alifatiche (20-30%) e solventi non polari (50-60%). La gomma termoplastica dovrà essere di tipo copolimero stirene-butadiene a blocchi con un una percentuale di stirene del 30-32 % e un copolimero stirene-isoprene con una percentuale di stirene > 15%. La resina sarà di tipo alifatica con punto di rammollimento palla e anello (ASTM E2896) 120-140°C e viscosità a 160°C (ASTM D-3236-88) da 2.000 a 4.000 mPa.s.

Aggregati superficiali

Si tratta di materiali lapidei quali graniglia di basalto e di polvere di ardesia con granulometria inferiore a 2 mm, che vengono stesi sulla superficie del sigillante preformato a nastro, poco dopo la colatura, in modo da costituire un manto di copertura uniforme. La funzione degli aggregati superficiali è quella di impedire che il sigillante appena posto in opera, avente una forte propensione ad aderire ai pneumatici, venga immediatamente ed irrimediabilmente asportato dalla superficie di posa.

12.5.3 Applicazione

La sigillatura deve essere eseguita con temperature atmosferiche medie (da 7°C a 18°C), come in autunno o in primavera. Ciò favorisce l'apertura, per lo meno parziale, delle fessure, consentendo di intervenire rapportandosi al valore medio della larghezza della fessura su tutto l'arco dell'anno.

Prima di scegliere l'utilizzo del nastrino preformato va posta particolare attenzione, attraverso monitoraggio preventivo, al movimento orizzontale che le fessure possono avere durante l'anno.

Nel caso delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso, la sigillatura con nastrino preformato posato a freddo consente di operare sulle fessure di larghezza compresa tra 5 mm e 20 mm. Nel caso invece delle pavimentazioni rigide è indicato anche per le micro fessure.

Il nastro avrà una larghezza compresa tra 40 e 100 mm e spessori di 4 + 0,2 mm.

In funzione della larghezza della lesione deve essere usato il nastro adatto:

- il rapporto tra larghezza nastro e larghezza lesione non deve essere > 2,5 Indicativamente:
- nastro di 40mm per lesioni < 15mm
- nastro di 50mm per lesioni < 20mm
- il nastro di larghezze superiori (es 100 mm) è indicato solo in casi particolari.

Il nastro è sconsigliato per l'utilizzo su lesioni trasversali

Il nastrino preformato da posare a freddo, in ambito di pavimentazioni rigide, può essere utilizzato per:

- sigillare e chiudere lesioni superficiali e fessure per impedire l'infiltrazione d'acqua nel sottofondo stradale;
- collegare e sigillare superfici stradali complanari a seguito di interventi di ripristino e/o manutenzione, quali rappezzi o giunti tra nuova e vecchia pavimentazione, a seguito di interventi di cablaggio o posa di impianti fognari o tecnologici;
- collegare e sigillare giunti di stesa e di ripresa, per impedire preventivamente lo sgretolamento del conglomerato bituminoso e l'insorgere delle fessurazioni;
- sigillatura longitudinale e trasversale di strati complanari nella carreggiata stradale;

12.5.4 Posa in opera

Si definisce posa in opera l'insieme degli interventi per mezzo dei quali è possibile realizzare la sigillatura, ovvero il complesso degli elementi: sigillante – giunto/fessura. Le operazioni di messa in opera sono sostanzialmente quelle relative alle modalità di preparazione della superficie, prima della posa, e di attuazione di tutti gli accorgimenti necessari al buon esito della sigillatura.

La procedura da seguire è la seguente:

- a. pulizia delle fessure:
 1. spazzolatrice;

2. getto d'aria ad alta pressione;
3. getto d'aria calda ad alta pressione;
- b. asciugatura delle fessure;
- c. applicazione del primer alla superficie;
- d. preparazione ed applicazione del sigillante;
- e. eventuale riscaldamento con fiamma;
- f. eliminazione dell'adesività superficiale.

La sigillatura deve essere eseguita in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

- il nastro deve ricoprire completamente il canale della fessura, lungo tutto il suo sviluppo;
- i bordi della fessura e la pavimentazione circostante non devono risultare danneggiate, a seguito dell'operazione di installazione del sigillante.

L'applicazione del nastro deve avvenire nel seguente modo:

- misurare la larghezza della fessura in più punti, ricavando il valore medio delle misure; il numero di misurazioni non deve essere costante, ma variare in base alla lunghezza di sviluppo della fessura: fessure che abbiano estensioni maggiori richiedono più misure;
- una volta determinata la larghezza media della fessura, scegliere un nastro di dimensioni idonee.
- inserire il rotolo di sigillante all'interno della macchina per l'applicazione.
- centrare la macchina per l'applicazione lungo la fessura;
- iniziare la stesa del nastro sulla lesione, ponendo attenzione che il nastro ricopra completamente la crepa: una copertura inadeguata della fessura pregiudicherebbe tutto il trattamento.

Ispezionare la posa in opera; se il sigillante non aderisce alle pareti della fessura, controllare che:

- le pareti della fessura siano state pulite correttamente;
- la temperatura della pavimentazione non sia troppo bassa.

Nel caso si operi la sigillatura in periodo invernale, o comunque con temperature rigide, è conveniente riscaldare leggermente il nastrino con fiamma, una volta che questo è stato posato, in modo da farlo aderire meglio alla pavimentazione.

Per attenuare l'adesività superficiale si protegge il nastro stendendo uno strato di polvere di ardesia, di graniglia. In questo modo si limitano le proprietà adesive del materiale, riducendo così il rischio di asportazione del sigillante da parte dei pneumatici dei veicoli.

Infine si riapre la strada al traffico, in modo che il nastro venga pressato dai carichi veicolari, penetrando all'interno della fessura e ricoprendo ulteriormente i bordi della stessa.

ARTICOLO 13. INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE

13.1 DEMOLIZIONI

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

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

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

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

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

13.2 RIPRISTINO CORTICALE DI STRUTTURE PORTANTI IN C.A.

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

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

Descrizione

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

Preparazione delle superfici

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

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

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

Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

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

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

elevate resistenze meccaniche alla flessione ed alla compressione;

modulo elastico, coefficiente di dilatazione termica e di permeabilità al vapore acque simili ai calcestruzzi di alta qualità;

impermeabilità all'acqua e all'anidride carbonica;

ottima adesione al vecchio calcestruzzo;

elevata resistenza all'usura per abrasione.

Per quanto riguarda invece le modalità di applicazione della malta, questa potrà avvenire tramite cazzuola costipando bene la malta in corrispondenza delle armature metalliche in modo da saturare gli interstizi tra armatura metallica e struttura esistente, oppure a spruzzo utilizzando idonei mescolatori che non alterino la struttura della malta. La malta applicata verrà di seguito ulteriormente costipata e modellata con l'ausilio di fratazzo liscio e fratazzino a spugna, utilizzando dove si renda necessario le casserature per la ricostruzione di spigoli.

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

13.2.2 Strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate

Descrizione

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

Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

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

La malta da utilizzare dovrà garantire le seguenti qualità:

elevato contenuto di resine sintetiche;

ottima adesione a tutte le superfici in calcestruzzo;

impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi dell'atmosfera (anidride carbonica, solfati e ossido di azoto);

resistente ai cicli di gelo e disgelo.

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

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

13.2.3 Impermeabilizzazione

Descrizione

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

Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

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

proteggere le strutture dagli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera;

trasparente in modo da non alterare l'aspetto estetico;

non deve creare pellicola e quindi non modificare la permeabilità al vapore;

deve possedere ottima resistenza all'alcalinità presente nei materiali cementizi; deve essere resistente alle radiazioni ultraviolette.

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

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

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

13.3 GIUNTI DI DILATAZIONE

13.3.1 Asportazione dei giunti esistenti

L'asportazione dei giunti esistenti dovrà essere realizzata mediante smontaggio degli elementi che li compongono, compresi gli ancoraggi e le scossaline di raccolta acqua. In questa fase, in contraddittorio con la D.L., l'Impresa procederà a selezionare gli elementi di giunto esistenti che risultino essere in buone condizioni strutturali.

L'Impresa procederà, inoltre, alla bonifica delle testate di soletta, alla sistemazione delle armature metalliche deteriorate e tutto quanto altro necessario per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

13.3.2 Giunti di dilatazione ottenuti assemblando elementi esistenti

La fase di assemblaggio degli elementi in buone condizioni strutturali, selezionati nella fase di asportazione dei giunti esistenti, dovrà comprendere la posa in opera di nuovi ancoraggi, viti di fissaggio e di nuova scossalina di raccolta acqua in acciaio inox. L'impresa procederà, inoltre, alla formazione di masselli di raccordo giunto-pavimentazione in malta di resina epossidica e alla realizzazione di quanto altro necessario per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

13.3.3 Nuovi giunti di dilatazione

I giunti formati da nuovi elementi devono essere adatti ad assorbire scorrimenti sismici degli impalcati fino a 330 ($\pm$ 165) mm e dovranno essere costituiti da:

moduli in gomma armata a norme CNR 10018/85 realizzati mediante una piastra ponte centrale e quattro elementi portanti laterali liberi di muoversi su lamiere in acciaio inox e separati dalla piastra ponte da varchi rettilinei;

sistema di ancoraggio meccanico realizzato mediante barre filettate o, in alternativa, zanche multidirezionali e tirafondi, a seconda delle esigenze di cantiere;

scossalina di raccolta acque in acciaio inox;

profilo a "L" in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione;

masselli di malta epossidica di raccordo fra gli elementi di giunto e la pavimentazione bituminosa.

13.4 IMPERMEABILIZZAZIONI PER PONTI E VIADOTTI

13.4.1 Premessa

Questo sistema di impermeabilizzazione dei viadotti consiste nella realizzazione di un pacchetto costituito da bitume modificato con l'interclusione di un tessuto non tessuto in poliestere da filo continuo o da fiocco che protegge il manto stesso dal transito dei mezzi di cantiere durante le fasi costruttive. A lavori ultimati dell'impermeabilizzazione è possibile realizzare lo strato di collegamento (binder) e quello di usura in conglomerato bituminoso. All'atto della stesa del conglomerato bituminoso sul manto impermeabilizzante non si dovrà eseguire la normale mano di attacco con emulsione bituminosa.

I lavori non si dovranno eseguire a temperature inferiori a +10 °C.

13.4.2 Modalità di esecuzione del trattamento

Accurata pulizia della superficie da impermeabilizzare, mediante motosoffiatore e se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione. La superficie si deve presentare asciutta, perfettamente stagionata ed esente da oli.

Spargimento di bitume modificato alla temperatura di 200 °C, in ragione di 2,5 Kg/mq mediante autocisterna termica provvista di impianto di riscaldamento e barra di distribuzione automatica.

Immediata applicazione del tessuto non tessuto di poliestere, che dovrà essere sovrapposto per 20 cm.

Spargimento della seconda mano di bitume modificato in ragione di 2 Kg/mq sempre con autospanditrice con barra automatica di spruzzatura.

Spargimento di sabbia indifferentemente di natura calcarea o silicea, di pezzatura non superiore a 3 mm, in ragione di circa 2 Kg/mq.

Tutte le precedenti operazioni, le cautele e le precauzioni, sono a cura e spese dell'Impresa, pertanto si intendono compensate già nel prezzo unitario della lavorazione stabilito in sede di gara.

13.4.3 Caratteristiche del tessuto non tessuto di poliestere:

Dovrà essere privo di collanti o impregnanti e non dovrà aver subito alcun trattamento di termosaldatura. Pertanto il tessuto non tessuto in poliestere dovrà essere del tipo agugliato ottenuto dal solo processo di filatura. Se non diversamente specificato sulla voce dell'elenco prezzi, e salvo diverso ordinativo della Direzione lavori la grammatura del tessuto non tessuto dovrà essere almeno di 150 grammi/mq. Le caratteristiche chimico-fisiche da rispettare sono riportate in Tabella sottostante

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

13.4.4 Caratteristiche del bitume modificato:

Dovrà essere conforme alle prescrizioni riportate in Tabella sottostante

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

ARTICOLO 14. OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

14.1 DIFESA IDRAULICA DEL CORPO STRADALE

La difesa idraulica del corpo stradale si realizza mediante opere atte ad agevolare lo smaltimento delle acque meteoriche, impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, assicurare la stabilità delle scarpate ed eventualmente convogliare sversamenti accidentali sulla carreggiata di inquinanti liquidi negli appositi recapiti protetti.

14.2 CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Le acque defluenti dal corpo stradale vengono raccolte in piccoli canali, detti rispettivamente cunette che possono essere in scavo naturale o rivestiti.

Il rivestimento delle cunette e dei fossi di guardia può essere realizzato con calcestruzzo gettato in opera, con elementi prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato (C.A.V.), in muratura o con cordonature.

14.2.1 Rivestimento in CLS

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, deve essere eseguito con conglomerato cementizio per opere di fondazione con $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa. La lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

14.2.2 Rivestimento in CAV

Gli elementi prefabbricati devono essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$, armato con rete di acciaio a maglie saldate, del tipo Fe B 44k in fili del diametro non inferiore a 6 mm. Le testate devono essere sagomate ad incastro a mezza pialla.

Le cunette e i fossi di guardia dovranno essere armati con rete a maglie saldate di dimensioni cm 12x12 in fili di acciaio del $\varnothing$ mm 5.

Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di cunetta per ogni partita di 100 elementi o fornitura numericamente inferiore.

Gli elementi di forma trapezoidale o ad L, a norma dei disegni tipo di progetto ed a seconda che trattasi di rivestire cunette e fossi in terra di forma trapezoidale o cunette ad L, dovranno avere spessore di cm 6 ed essere sagomati sulle testate con incastro a mezza pialla.

La posa in opera degli elementi dovrà essere fatta sul letto di materiale arido costipato, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle canalette.

E' compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

14.2.3 Cordonature

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori.

Saranno di norma lunghi cm 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione dei Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm^2 . Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando da ogni parata di 100 pezzi un elemento di cordonata dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 10 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto (almeno 30 N/mm^2), la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 100. Gli elementi di cordolo verranno attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 400 Kg di cemento normale per mc di sabbia, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

14.2.4 TUBAZIONI

Le tubazioni per la raccolta e lo smaltimento delle acque dal corpo stradale sono di norma realizzate in conglomerato cementizio vibrato (C.A.V.), in P.V.C. rigido o in acciaio.

Tubi in CAV

Devono essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, con dimensione massima dell'inerte grosso pari a 1/4 dello spessore della parete del tubo e $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$. Devono essere

fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e spessori corrispondenti alle prescrizioni specificate in Tabella 18.1; saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

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



Tubi di poli-cloruro di vinile (PVC)

Devono essere costituite da elementi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere che devono essere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma. Devono rispondere per tipo e caratteristiche alle norme UNI 7447-75 tipo 303 e per i controlli alle norme UNI 7448- 75.

Ogni elemento deve riportare il "marchio di conformità" I.I.P. n° 103 UNI 312.

I tubi PVC dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circ. Min. Sanità

n. 125 del 18 luglio 1967.

Come previsto dalle norme U.N.I. 7441-75, 7443-75, 7445-75, 7447-75 i tubi si distinguono

in: tipo 311, per fluidi non alimentari in pressione, con temperature fino a 60°;

tipo 312, per liquidi alimentari e acqua potabile in pressione, per temperature fino a 60°;

tipo 313, per acqua potabile in pressione;

tipo 301, per acque di scarico e ventilazione nei fabbricati, per temperature max perm. di

50°; tipo 302, per acque di scarico, per temperature max perm. di 70°;

tipo 303/1 e 303/2, per acque di scarico, interrate, per temperature max perm. di 40°.

Il Direttore dei lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cure e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

Tubi di polietilene (PE):

I tubi in PE saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2, 5, 4, 6, 10). Il tipo a bassa densità risponderà alle norme U.N.I. 6462-69 e 6463-69, mentre il tipo ad alta densità risponderà alle norme U.N.I. 711, 7612, 7613, 7615.

Tubi drenanti in PVC:

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

I tubi si distinguono nei seguenti tipi:

tipo flessibile corrugato a sez. circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di mm 1,3 di larghezza, (d.e. mm da 50 a 200);

tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. circolare, fessure di mm 0,8 di larghezza, (d.i. mm da 100 a 250);

tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure mm 0,8 di larghezza (d.n. mm da 80 a 300).

Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

14.2.5 CADITOIE STRADALI

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

Pozzetti

I pozzetti di raccolta delle acque sono costruiti in opera o sono prefabbricati. I pozzetti in opera possono essere realizzati in muratura o con conglomerato cementizio; le dimensioni e le caratteristiche dei materiali sono descritte negli elaborati di progetto.

I pozzetti in C.A.V. devono essere in conglomerato cementizio armato e vibrato ed avere le seguenti caratteristiche:

$R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$;

armatura con rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;

spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;

predisposizione per l'innesto di tubazioni.

Griglie e chiusini

Le griglie ed i chiusini vengono impiegati a protezione di pozzetti e canalette. Tutti gli elementi costruttivi devono essere conformi alle norme UNI-EN 124.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo deve avere diametro superiore a 600 mm.

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

La tipologia

A bordo strada (max. 0,5 m sulla corsia): griglie e chiusini di classe C250 (25 Ton.).

Sulla carreggiata e aree di parcheggio: griglie e chiusini di classe D400 (40 Ton.).

14.2.6 EMBRICI

L'allontanamento delle acque di piattaforma dalla scarpata di un rilevato stradale può avvenire tramite scivoli che adducono l'acqua fino al piede della scarpata. Gli elementi devono estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina fino al fosso di guardia. L'elemento più alto è detto invito, i successivi sono detti embrici.

Gli embrici sono costituiti da elementi prefabbricati in C.A.V. realizzati con conglomerato cementizio $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ ed aventi misure di cm 50/40x50x20 e spessore $\geq 5 \text{ cm}$.

Prima della posa in opera l'Impresa deve avere cura di effettuare lo scavo di imposta in funzione della forma dell'elemento e realizzare il piano d'appoggio in modo che risulti debitamente costipato, per evitare eventuali cedimenti dei singoli pezzi.

Alla base dell'elemento posto a quota inferiore, ossia al margine con il fosso di guardia, qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, l'Impresa deve provvedere a infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio $\phi 24$, della lunghezza minima di 80 cm. Il tratto infisso nel terreno deve essere almeno di cm 60, in modo che i tondi sporgano di circa 20 cm. Analoghi ancoraggi devono essere collocati ogni tre embrici in modo da impedire lo slittamento degli elementi. La sommità degli scivoli che si dipartono dal piano viabile deve risultare raccordata con la pavimentazione e con l'arginello mediante apposito imbocco in calcestruzzo gettato in opera o prefabbricato con $R_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$.

La sagomatura dell'invito deve essere configurata in modo che l'acqua non abbia alcun impedimento nel defluire.

14.2.7 DRENAGGI

Per impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale si possono realizzare canali drenanti e filtri drenanti al piede di rilevati. Si realizzano drenaggi anche per la raccolta e l'allontanamento di acque di infiltrazione e per riempimenti a tergo di strutture di contenimento.

I drenaggi per il risanamento del corpo stradale e delle zone circostanti inclusi nel progetto, devono essere eseguiti procedendo da monte verso valle per ottenere la regimazione delle acque ed un deflusso regolare.

Per la protezione dei canali e dei filtri dall'intasamento causato da percolazione di parti limose e/o argillose, il drenaggio può essere avvolto in un telo di geotessuto.

Drenaggi del corpo stradale

Materiali

Per la realizzazione di canali drenanti e per drenaggi da eseguirsi a tergo di strutture si devono impiegare materiali aridi costituiti da ciottoli o pietrame di cava.

Il materiale deve essere pulito compatto ed uniforme, sano e privo di parti alterate. Le dimensioni del materiale di norma devono essere comprese fra i 3 ed i 20 cm, comunque conformi alle specifiche prescrizioni di progetto.

Esecuzione

Le opere di drenaggio devono essere realizzate secondo le disposizioni riportate nei disegni di progetto; i riempimenti a tergo di strutture devono essere eseguiti a struttura finita.

Tubazioni perforate per drenaggi

Tubazioni in PVC rigido

Devono essere costituite da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere o manicotto, del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio.

Le caratteristiche, i requisiti, le modalità di posa in opera ed i controlli sono le medesime di quelle contenute nel paragrafo delle tubazioni in P.V.C. rigido.

Geotessili

Quando occorra proteggere i drenaggi in materiale arido da possibili inquinamenti da materiale coesivo può essere usato il geotessile con funzione di filtro, così da evitare il passaggio delle componenti fini del terreno naturale.

I geotessili sono costituiti, salvo diversa prescrizione specifica, da tessuto non tessuto, a caratteristiche il più possibile isotrope, ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate principalmente mediante sistema di agugliatura meccanica, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura, salvo che per processi di finitura del prodotto. I geotessili sono denominati a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata; a fiocco quando la lunghezza del filamento varia da 20 a 100 mm.

I geotessili debbono presentare superficie scabra, essere imputrescibili ed atossici, essere resistenti ai raggi ultravioletti (se destinati a permanere all'aperto per più di 12 ore) ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinanti ed isotropi.

Debbono essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile, in relazione alle modalità di impiego.

ARTICOLO 15. SEGNALETICA ORIZZONTALE

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

Circ. LL.PP. 16 maggio 1996, n. 2357 e successive modifiche ed integrazioni;

Circ. LL.PP. 27 dicembre 1996, n. 5923 e successive modifiche ed integrazioni;

Circ. LL.PP. 9 giugno 1997, n. 3107 e successive modifiche ed integrazioni.

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

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

Inoltre la segnaletica orizzontale dovrà essere priva di sbavature e ben allineata.

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

Potranno essere utilizzate due diverse tipologie materiali: pitture termoplastiche premiscelate con microsfere di vetro da applicare a spruzzo o con strisce laminate elasto-plastiche autoadesive.

15.1 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI RICHIESTE

Il materiale deve essere corredato di certificazione di garanzia e di conformità alla normativa UNI EN 1436/98 e successive modifiche.

La segnaletica orizzontale provvisoria di cantiere deve possedere i seguenti requisiti:

$Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

$R.L. \geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,30$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

La segnaletica orizzontale nuova deve possedere i seguenti requisiti:

1) Alla consegna dei lavori:

$Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

$R.L. \geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,30$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

2) Dopo 180 gg:

$Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

$R.L. \geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

3) Dopo 365 gg:

$Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

$R.L. \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

La segnaletica orizzontale a ripasso deve possedere i seguenti requisiti:

1) alla consegna dei lavori:

$Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

$R.L. \geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

2) Dopo 180 gg:

$Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

$R.L. \geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

3) Dopo 365 gg:

$Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

$R.L. \geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

La segnaletica per fasce di arresto, zebraure, triangoli realizzata con pittura bicomponente avente residuo secco al 99%, denominato comunemente "colato plastico a freddo " nella quantità minima di 2 kg/m², deve possedere i seguenti requisiti:

1) alla consegna dei lavori:

Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

R.L. $\geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

2) Dopo 180 gg:

Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

R.L. $\geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

3) Dopo 365 gg:

Q d $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

R . L . $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

Infine, per quanto concerne le frecce, le scritte ed i disegni vari, si deve garantire che:

 alla consegna dei lavori:

Q d $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

R . L . $\geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

 Dopo 180 gg:

Q d $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

R . L . $\geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

 Dopo 365 gg:

Q d $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

R . L . $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m} \cdot 2 \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;

$\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;

S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

15.2 VERNICI TERMOPLASTICHE SPRUZZATE

Condizioni di stabilità

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

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccamenti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se

applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 m²/kg (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a 1,50 kg·l a 25° C (ASTM D 1473).

Caratteristiche delle sfere di vetro

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

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

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

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

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente le caratteristiche granulometriche indicate in Tabella 21.1.

TABELLA 21.1

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

Idoneità di applicazione

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

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

Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a 0,120 kg/m di striscia larga 12 cm, mentre per la striscia larga 15 cm non dovrà essere inferiore a 0,150 kg/m e di 1,00 kg per superfici variabili tra 1,0 e 1,2 m². In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 °C e 40 °C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30÷45 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme ASTM D/711-35.

Viscosità

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

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

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore. La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e dovrà scolorire al sole.

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

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

Residuo

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

Contenuto di pigmento

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

Resistenza ai lubrificanti e carburanti

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

Prova di rugosità su strada

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

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

Diluyente

Dovrà essere del tipo derivato da prodotti rettificati dalla distillazione del petrolio e dovrà rispondere al D.P.R. n. 245 del 6 marzo 1963 privi di benzolo e con una percentuale minima di componenti di tuoio e fluolo e quindi inferire alla percentuale prescritta dall'art. 6 della sopra citata legge.

15.3 SEGNALETICA IN LAMINATO ELASTO-PLASTICO AUTOADESIVO

Descrizione

La segnaletica orizzontale ad elevata retroriflettenza dovrà essere realizzata applicando un laminato elasto-plastico autoadesivo su pavimentazione ancora calda e non definitivamente addensata con l'impiego di un rullo costipante di adeguato peso e dimensioni.

Caratteristiche del materiale

Il materiale dovrà essere costituito da un laminato elasto-plastico realizzato con polimeri di elevata qualità costituenti il supporto e microsfele di ceramica o vetro immerse con aggregati antiscivolo in una resina ad alto grado di bianco ed elevata resistenza all'usura.

Requisiti di accettazione

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Applicazione di margine sinistro

Spessore: $\leq 1,5$ mm

Colore: i colori dei laminati elasto-plastici devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle regioni determinate dai vertici delle coordinate di cromaticità, riportate nella tab. seguente, come previsto nella norma UNI EN 1436, appendice C.

nella norma UNI EN 1436, appendice C:					
Vertici	1	2	3	4	
S. O. bianca	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375

Illuminante normalizzato D65 (ISO/CIE 10526)

Geometria di lettura: $45^\circ/0^\circ$; illuminazione $(45 \pm 5)^\circ$ e misurazione a $(0 \pm 10)^\circ$

Caratteristiche delle strisce poste al margine sinistro

Retroriflettenza mcd/lux * m²: ≥ 350

Distanza d'osservazione : 30 m

Angolo d'osservazione α	2,29°
Angolo d'illuminamento ϵ :	1,24°
Antisdrucciolo :	≥ 50 srt (British Portable Skid Resistance Tester)
Microsfere ancorate alla resina	
Indice di rifrazione	$\geq 1,7$

applicazioni di margine destro e tratteggio frecce e scritte

Il prodotto dovrà presentare una geometria a rilievo tale da consentire un'elevata visibilità in qualunque condizione ambientale come in caso di pioggia.

Spessore: $\leq 2,5$ mm

Colore: I colori dei laminati elastoplastici devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle regioni determinate dai vertici delle coordinate di cromaticità, riportate nella tab. seguente, come previsto nella norma UNI EN 1436, appendice C.

Vertici	1	2	3	4	
S. O. bianca	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375

Illuminante normalizzato D65 (ISO/CIE 10526)

Geometria di lettura: 45°/0°; illuminazione (45 $\pm$ 5)° e misurazione a (0 $\pm$ 10)°

Retroriflettenza mcd/lux * m ² :	≥ 550
Distanza d'osservazione :	30 m
Angolo d'osservazione α :	2,29°
Angolo d'illuminamento ϵ :	1,24°
Antisdrucciolo:	≥ 50 srt (British Portable Skid Resistance Tester)
Microsfere ancorate alla resina	
Indice di rifrazione	$\geq 1,7$

15.4 Posa in opera

La posa in opera del laminato elastoplastico autoadesivo dovrà essere effettuata con idonea attrezzatura sulla pavimentazione appena realizzata ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° C e 70° C.

La posa potrà essere effettuata, se ordinato dalla D.L., anche su pavimentazione da tempo realizzata riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

L'attrezzatura per la posa delle strisce, preventivamente accettata dalla D.L., dovrà essere automatica e semovente con velocità di posa adeguata a quella della vibrorifinitrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio, per eseguire un lavoro a perfetta regola d'arte soprattutto per quanto concerne gli allineamenti, dimensioni tratteggi e larghezze.

L'incasso dovrà essere realizzato con un idoneo rullo a ruote metalliche di idoneo peso preventivamente accettato dalla D.L.

Frecce, scritte e zebbrature saranno posate manualmente.

15. 5 SEGNALETICA IN TERMOPLASTICO PREFORMATO

Caratteristiche Tecniche

Classi UNI EN 1436: S1,Q5,R2

Resina e legante > 20%

TiO₂ e minerali bianchi > 30%

Sfere di vetro > 36 %

Parti anti-scivolo > 10%

Normative Conforme UNI-EN 1871, UNI-EN 1436

Temperatura Applicazione 50°C – 70°C

Attrito valore minimo S1 (45 SRT) dopo usura

Retro Riflettività R2 (100 mcd/m2.lx) dopo usura.

Posa in opera

La posa in opera del laminato elastoplastico autoadesivo dovrà essere effettuata con idonea attrezzatura sulla pavimentazione appena realizzata ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° C e 70° C.

La posa potrà essere effettuata, se ordinato dalla D.L., anche su pavimentazione da tempo realizzata riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

L'attrezzatura per la posa delle strisce, preventivamente accettata dalla D.L., dovrà essere automatica e semovente con velocità di posa adeguata a quella della vibrorifinitrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio, per eseguire un lavoro a perfetta regola d'arte soprattutto per quanto concerne gli allineamenti, dimensioni tratteggi e larghezze.

L'incasso dovrà essere realizzato con un idoneo rullo a ruote metalliche di idoneo peso preventivamente accettato dalla D.L.

Frecce, scritte e zebraure saranno posate manualmente.

15.6 CANCELLAZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

La cancellazione della segnaletica orizzontale di qualsiasi tipo e dimensione deve essere eseguita con apposita macchina scarificatrice o eventualmente mediante ricoprimento con vernice di colore nero.