



PROVINCIA DI RAVENNA
Medaglia d'Argento al Merito Civile
SETTORE LAVORI PUBBLICI

In relazione alla procedura aperta per aggiudicazione di un accordo quadro con un unico operatore economico per l'esecuzione dei lavori di manutenzione della rete stradale della Provincia di Ravenna per la durata di anni quattro – CIG 8335900CC2 – CUP J97H18001190001

SI COMUNICA

In relazione all'elenco prezzi unitari, articolo 7 – codice art. 4 prova – e – articolo 12 – codice art. 8 prova, si specifica quanto contenuto nell'allegato al presente avviso. il Responsabile del Procedimento
Ing. Paolo Nobile Ravenna, 19 giugno 2020

il Responsabile Unico del Procedimento

Dott. Ing. Paolo Nobile

Elenco prezzi unitari ART. n. 7 – codice art. 4 prova

A) DESCRIZIONE

Il conglomerato per lo strato di binder "ALTO MODULO" sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR, fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con adeguati rulli.

B) MATERIALI INERTI

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le Norme CNR capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme CNR - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. CNR n. 34 (28/3/73) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso potrà anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni corrispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73) eseguita sulle singole pezzature inferiore o uguale al 22%;
- coefficiente di frantumazione secondo CNR fasc. IV /1953, inferiore a 140;
- indice dei vuoti delle singole pezzature secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,80;
- sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15/11/80) $\leq 30\%$;
- porosità (CNR B.U. n. 65 del 18/5/78) dovrà essere $\leq 1,5\%$;
- coefficiente di imbibizione (CNR fasc. IV/1953) dovrà essere inferiore a 0,015;
- idrofilia, secondo CNR fascicolo IV/1953 o secondo lo "Static Immersion Test" del British Standard Institute (B.S.I.) con limitazione di perdita di peso allo 0,5%.
- coefficiente di forma Cf e di appiattimento Ca inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR B.U. n. 95 del 31/1/84);

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione; la percentuale di queste ultime non dovrà comunque essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73 - prova C), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 27 del 30/3/72) dovrà essere superiore od uguale a 70. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere ≥ 40 .

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

C) ADDITIVI

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

- passante al setaccio UNI 0,40 (ASTM n. 40) pari al 100% in peso;
- passante al setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80) pari al 90% in peso;
- passante al setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200) pari al 80% in peso.

Il controllo della granulometria dovrà essere eseguito per via umida. Della quantità di additivo passante

per via umida al setaccio UNI 0,075 mm, più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

D) LEGANTE

Il bitume dovrà essere del tipo B 50/70, come riportato in tabella 1 delle *norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali* CNR B.U. 68, salvo diverso avviso della Direzione Lavori.

Le caratteristiche del bitume modificato dovranno rispondere ai seguenti parametri :

- Penetrazione a 25°C° (CNR 24/71) 45/65dmm
- Punto di rammollimento palla-anello (CNR 35/73) $\geq 65^{\circ}\text{C}^{\circ}$
- Punto di rottura FRAASS (massima) (CNR 43/72) $\leq - 15^{\circ}\text{C}^{\circ}$

E' facolta della Direzione Lavori effettuare in qualsiasi momento ulteriori indagini riguardanti le caratteristiche dei bitumi modificati di cui sopra.

La modifica dovrà essere costituita da polimeri e/o elastomeri in grado di creare un reticolo polimerico a carattere elastico fissato sulla matrice bituminosa che modifichi le caratteristiche reologiche del bitume iniziale.

Il dosaggio di polimeri e/o elastomeri dovrà essere compreso tra il 4% e l'8% sul peso del bitume.

E) MISCELA

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

| <i>Serie crivelli e setacci UNI</i> | | <i>Passante totale in peso (%)</i> |
|-------------------------------------|-------|------------------------------------|
| Crivello | 25 | 100 |
| Crivello | 15 | 65 – 100 |
| Crivello | 10 | 50 – 80 |
| Crivello | 5 | 30 – 60 |
| Setaccio | 2 | 20 – 45 |
| Setaccio | 0.4 | 7 – 25 |
| Setaccio | 0.18 | 5 – 15 |
| Setaccio | 0.075 | 4 - 8 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% e il 5,5% riferito al peso totale degli aggregati. Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a $\pm 0,25$.

La miscela di conglomerato bituminoso per STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO dovrà essere verificata mediante confezionamento di provini con SISTEMA VOLUMETRICO con pressa giratoria avente i seguenti parametri :

- Pressione verticale Kpa : 600 \pm 3
- Angolo di rotazione : 1,25 \pm 0,02
- Velocità di rotazione (giri/min) 30
- Diametro provino (mm) 100/150

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria sulla base dei seguenti giri di riferimento e dovranno presentare una percentuale di vuoti rientrante nei seguenti intervalli :

- giri 10 (N1) dall'12 % al 15% ;
- giri 120 (N2) dal 3 % al 7 % ;
- giri 200 (N3) ≥ 2 %

I provini di verifica compattati a giri 120 (N2) dovranno essere testati a trazione indiretta a 25° determinando la resistenza a trazione R_t ed il coefficiente a trazione indiretta CTI che dovranno rientrare nei seguenti intervalli espressi in Mpa :

- Rt 0,95 ÷ 1,70
- CTI > 75

Su provini in laboratorio ottenuti dalla miscela suddetta compattata con riferimento giri N2 verrà determinato il Modulo di rigidezza dinamico (norma UNI EN 12697-26) al livello di temperatura di 20° che dovrà presentare valori espressi in Mpa non inferiori a quelli di seguito riportati :

- Temp.20° ≥ 6.000

Si precisa che tutti i parametri indicati nel presente paragrafo E) devono essere soddisfatti , nessuno escluso, per poter ritenere la miscela di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (Binder ad alto modulo) accettabile da parte della Direzione dei Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici (Rt,CTI,Modulo di rigidezza) nonché della percentuale vuoti o percentuale bitume comporta, in prima istanza, un' eventuale ulteriore verifica su quanto riscontrato (a discrezione della Direzione Lavori) con la sospensione dei lavori (se trattasi di verifiche in corso d'opera) e/o l'applicazione delle relative penali come sotto riportate.

PENALITA' REQUISITI MECCANICI

Qualora i parametri relativi alla trazione indiretta a 25° non rispecchiassero gli intervalli prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per Rt da 0,93 a 0,85 **detrazione del 10%**
- per Rt da 0,85 a 0,70 **detrazione del 30%**
 - per Rt < 0,70 rifacimento della lavorazione
- per Rt da 1,73 a 2,00 **detrazione del 10%**
- per Rt > di 2,00 **detrazione del 15%**
- per CTI da 73 a 68 **detrazione del 10%**
- per CTI da 68 a 63 **detrazione del 20%**
- per CTI da 63 a 60 **detrazione del 40%**
 - per CTI <60 rifacimento della lavorazione
- per CTI da 200 a 250 **detrazione del 10%**
- per CTI > di 250 **detrazione del 15%**

Nel caso i parametri relativi al Modulo di rigidezza dinamico non rispecchiassero i valori minimi prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per Modulo 20° da 5.900 a 5.700 **detrazione del 10%**
- per Modulo 20° da 5.700 a 4.300 **detrazione del 20%**
- per Modulo 20° da 4.300 a 4.000 **detrazione del 40%**
 - per M 20° <4.000 rifacimento della lavorazione

F) REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'Impresa, oltre a quanto previsto all'art. 98, ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare, prima dell'inizio dei lavori, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale, utilizzando come elementi di riferimento quanto sopra riportato.

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

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a +/-3% e di sabbia (per sabbia si intende il passante al

setaccio UNI 2 mm) superiore a +/-2% sulle percentuali corrispondenti alla curva granulometrica prescelta, e di +/- 1,0% sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilità di +/- 0,25%.

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

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

G) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

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

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

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

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

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

Salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato, la temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 145 e 180°C, e quella del legante tra 145 e 165°C, mentre la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 150°C.

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

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

H) POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Prima di iniziare la stesa del binder sarà necessario verificare che la superficie di posa risulti perfettamente pulita ed asciutta. Qualora la D.L. lo ritenga necessario, l'Impresa procederà ad un'accurata pulizia della superficie di posa, mediante energico lavaggio e ventilazione, senza che questo dia diritto a speciali compensi per l'Impresa.

Quindi si procederà alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,5 Kg/mq. Immediatamente seguirà lo stendimento dello strato di collegamento.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata in un unico strato (a discrezione della D.L.) a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali avendo cura di spalmare il bordo della striscia già realizzata con emulsione bituminosa acida al 60% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

In caso di stesa all'interno di cassetti precedentemente fresati si precisa che a fine giornata lavorativa non dovranno essere lasciati dislivelli, rispetto alla quota altimetrica della superficie stradale, per ragioni di sicurezza, salvo diverso avviso a discrezione della D.L. all'atto dei lavori.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; per le zone eventualmente compromesse (con densità inferiori a quelle richieste), lo strato dovrà essere immediatamente rimosso e successivamente ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

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

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati e/o di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione dello strato di collegamento (binder) il volume dei vuoti residui su carote estratte dalla pavimentazione dovrà essere compreso fra il 4% ed il 7% del volume totale del campione; valori superiori comporteranno penalizzazioni sul prezzo di elenco come di seguito specificato:

| <i>Volume dei vuoti residui (%)</i> | <i>Penalizzazione (%)</i> |
|-------------------------------------|---------------------------|
| 7.5 | 5 |
| 8.0 | 10 |
| 8.5 | 15 |
| 9.0 | 25 |
| 9.5 | 30 |
| 10.0 | 40 |

Volumi dei vuoti residui superiori al 10,0% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato, e di quelli soprastanti qualora già posati, a cura e spese dell'Impresa.

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

La superficie finale dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie stradale dovrà aderirvi uniformemente.

Successivamente alla posa del conglomerato bituminoso, qualora venga richiesto dalla D.L. l'Impresa dovrà procedere alla sabbatura della superficie dello strato di collegamento (binder) mediante stesa di mano d'attacco con emulsione bituminosa al 60% in ragione di 0,300 kg/mq e successivo spargimento di strato di sabbia in idonea pezzatura in ragione di 2,5 ÷ 3,0 kg/mq e sua regolarizzazione; gli oneri da ciò derivanti si intendono compresi e compensati con i prezzi di elenco relativi alla posa dello strato di collegamento.

I) CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali, prelevati presso l'impianto di produzione e/o dalla vibrofinitrice e/o sulle carote estratte dalla pavimentazione.

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale.

H) VERIFICHE MICRO-RUGOSITA'

Il conglomerato bituminoso per strato di collegamento dovrà comunque garantire caratteristiche di rugosità superficiali, verificate mediante utilizzo dello Skid resistance tester BPN (CNR BU 105/1985) che dovrà presentare valori **maggiori o uguali a 60**.

La prova, a discrezione della D.L. , verrà effettuata in un periodo compreso tra il 30° e 90° giorno dal completamento della stesa del conglomerato bituminoso.

Elenco prezzi unitari ART. n. 12 – codice art. 8 provra

a) Descrizione

Il manto di usura sarà realizzato con un conglomerato bituminoso caratterizzato dalla presenza di una elevata quantità di graniglia e da un "mastice" costituito da bitume + filler + fibre stabilizzanti (splitt-mastix asphalt) di spessore, dopo costipamento, di cm 3,5 / 4 .

Lo Splitt-mastix è una pavimentazione di origine tedesca applicata in tutto il mondo e da diversi anni utilizzata anche in Italia, soprattutto a livello Autostradale.

Le particolari caratteristiche granulometriche (e litologiche) degli inerti impiegati unitamente ad un alto contenuto di legante modificato con polimeri consente a questo tipo di pavimentazione di fornire prestazioni di assoluto livello in termini di durabilità, stabilità e resistenza alle deformazioni, rugosità superficiale, fonoassorbenza, azione anti-spray e resistenza all'ormaiamento.

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di graniglie, sabbie, additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR, fascicolo IV/1953) e fibre, mescolati con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli a ruote metalliche lisce.

b) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. CNR n. 34 (28 marzo 1973).

L'aggregato grosso (graniglia) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Il coefficiente di forma (Cf) ed il coefficiente di allungamento (Ca) dovranno essere inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58. (CNR B.U. n. 95 dei 31.01.1984).

La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (CN R B. U. n. 65 dei 18.05.1978)

La quantità di frantumato dovrà essere dei 100%.

La sensibilità al gelo dovrà essere $\leq 15\%$ (CNR B.U. n. 80 dei 15.11.1980)

Lo spogliamento in acqua a 40°C (con eventuale impiego di "dope" d'adesione) dovrà risultare dello 0% (CNR B. U. n. 138 dei 15.10.1992).

Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere maggiore od uguale a 0,45 (CNR B.U. n.140 dei 15.10.1992)

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 34 dei 28.3.1973) deve essere inferiore od uguale al 18%.

Il coefficiente di imbibizione, secondo la norma CNR fasc. IV/1 953 deve essere inferiore a 0,015

L'aggregato fino deve essere costituito da sabbie di frantumazione.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 5% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 0,43 ed una "Los Angeles" superiore al 20%.

L' equivalente in sabbia sulla miscela delle sabbie o sulla singola sabbia secondo la prova (CNR B.U.n° 27 dei 30.3.1972) deve essere superiore od uguale a 80.

c) Additivi

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

- passante in peso per via umida al setaccio ASTM n. 40 100%
- passante in peso per via umida al setaccio ASTM n. 80 90%
- passante in peso per via umida al setaccio ASTM n. 200 80%.

Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 più' dei 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco.

Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 dovrà essere $\geq 5^{\circ}\text{C}$.

L'indice di plasticità "NP" (non plastico CNR UNI 10014).

Almeno il 2% in peso (riferito alla miscela degli aggregati) del filler sarà sempre e comunque costituito da calce idrata.

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

d) Legante

Il legante dovrà essere costituito da bitume modificato con SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) di tipo hard (percentuale di polimero SBS non inferiore al 5,5%) e rispondere ai seguenti requisiti:

- Penetrazione a 25°C 100gr/5" (CNR 24/71) 50-70 dmm
- Punto di rammollimento (P.A.) (CNR35/73) $>80^{\circ}\text{C}$
- Punto di rottura (Frass) massimo -18°C
- Viscosità dinamica a 60 °C 1500 -3000 Pa.s
- Viscosità dinamica a 160 °C 0.5-0.8 Pa.s
- Ritorno elastico a 25 °C (DIN 52013) $> 80\%$
- Penetrazione a 25 °C dopo RTFOT 35-50 dmm
- Viscosità dinamica a 60 °C dopo RTFOT $< 4000 \text{ Pa.s}$

e) Fibre Minerali

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata con fibre minerali stabilizzanti costituite da microfibre di cellulosa, di vetro, acriliche, ecc. aventi le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

- lunghezza media 200-300 micron
- diametro medio 5-6 micron
- superficie specifica 3000 cmq/g
- resistenza alla trazione 1-2 GPa
- allungamento massimo 1,5-2,5%
- tasso di infeltrimento 0%
- resistenza alla temperatura 550-650°C

La percentuale di impiego sarà variabile tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

f) Mano d'attacco

Nel tappeto di usura del tipo Splitt-mastix (anti-skid) la mano d'attacco ha lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio e l'impermeabilizzazione dello strato sottostante (binder).

L'emulsione utilizzata sarà un'emulsione al 70% di bitume modificato con polimeri SBS, spruzzata con apposita spanditrice automatica in ragione di kg 1,2 al metro quadrato.

Alla realizzazione della mano d'attacco dovrà seguire immediatamente la granigliatura di inerte avente pezzatura 4/8 mm in ragione di 5/6 litri al metro quadrato.

L'emulsione per mano d'attacco dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Contenuto d'acqua (CNR 101/84) 30+/-1%
- Contenuto di legante (CNR 100/84) 70+/-1%
- Contenuto di bitume (CNR 100/84) $> 69\%$
- Contenuto di flussante (CNR 100/84) 0%

| | |
|----------------------------|--------|
| ▪ Demulsività (ASTM D244) | 50-100 |
| ▪ Omogeneità (ASTM D244) | < 0,2% |
| ▪ Sedimentazione a 5 gg | < 5% |
| ▪ Viscosità Engler a 20 °C | > 20°E |
| ▪ PH (grado di acidità) | 2 – 4 |

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

| | |
|--|-----------|
| ▪ Penetrazione a 25°C 100gr/5" (CNR 24/71) | 50-70 dmm |
| ▪ Punto di rammollimento (P.A.) (CNR35/73) | >65 °C |
| ▪ Punto di rottura (Frass) massimo | -18 °C |

g) Miscela

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

| crivelli e setacci U.N.I. | % Passante (in peso) |
|---------------------------|----------------------|
| Crivello 15 | 100 |
| Crivello 10 | 50 - 85 |
| Crivello 5 | 25 - 38 |
| Setaccio 2 | 18 - 28 |
| Setaccio 0,4 | 10 - 18 |
| Setaccio 0,18 | 9 - 13 |
| Setaccio 0,075 | 7 – 11 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il **5,8% ed il 6,5%** riferito al peso totale degli aggregati.

Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a $\pm 0,25$.

Tale valore come quello riferito agli aggregati di cui sopra (paragrafo b) dovrà essere soddisfatto dall'esame delle miscele prelevate all'impianto o dalla vibrofinitrice come pure dall'esame delle carote prelevate in situ .

h) Requisiti FISICO-MECCANICI di accettazione del conglomerato bituminoso tipo splitt-mastix

La miscela di conglomerato bituminoso dovrà possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi, nonché garantire un' elevata rugosità superficiale rispetto alle miscele di tipo tradizionale. La miscela di conglomerato bituminoso per usura (tipo splitt-mastix) dovrà essere verificata mediante confezionamento di provini con SISTEMA VOLUMETRICO con pressa giratoria avente i seguenti parametri :

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| • Pressione verticale Kpa : | 600 \pm 3 |
| • Angolo di rotazione : | 1,25 \pm 0,02 |
| • Velocità di rotazione (giri/min) | 30 |
| • Diametro provino (mm) | 100/150 |

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria sulla base dei seguenti giri di riferimento e dovranno presentare una percentuale di vuoti rientrante nei seguenti intervalli :

| | | |
|------------|------|------------------------|
| • giri 10 | (N1) | dall'10 % al 15% ; |
| • giri 120 | (N2) | dal 3 % al 6% ; |
| • giri 200 | (N3) | \geq 2 % |

I provini di verifica compattati a giri 120 (N2) dovranno essere testati a trazione indiretta a 25° determinando la resistenza a trazione Rt ed il coefficiente a trazione indiretta CTI che dovranno rientrare nei seguenti intervalli espressi in Mpa :

- Rt 1,00 ÷ 1,80
- CTI 80 ÷ 200

Su provini in laboratorio ottenuti dalla miscela suddetta compattata con riferimento giri N2 verrà determinato il Modulo di rigidezza dinamico (norma UNI EN 12697-26) al livello e/o livelli di temperatura (tra i tre sotto riportati 10°, 20°, 40°), a discrezione della D.L., che dovrà presentare valori espressi in Mpa non inferiori a quelli di seguito riportati :

- Temp.10° ≥ 5.800
- Temp.20° ≥ 3.600
- Temp.40° ≥ 1.100

Si precisa che tutti i parametri indicati nel presente paragrafo h) devono essere soddisfatti , nessuno escluso, per poter ritenere la miscela di conglomerato bituminoso per strato d'usura tipo splitt-mastix accettabile da parte della Direzione dei Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici (Rt,CTI,Modulo di rigidezza) nonchè della percentuale vuoti o percentuale bitume comporta, in prima istanza, un' eventuale ulteriore verifica su quanto riscontrato (a discrezione della Direzione Lavori) con la sospensione dei lavori (se trattasi di verifiche in corso d'opera) e/o l'applicazione delle relative penali come sotto riportate.

PENALITA' REQUISITI MECCANICI

Qualora i parametri relativi alla trazione indiretta a 25° non rispecchiassero gli intervalli prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per Rt da 0,97 a 0,82 **detrazione del 10%**
- per Rt da 0,82 a 0,75 **detrazione del 20%**
- per Rt da 0,75 a 0,70 **detrazione del 40%**
 - per Rt < 0,70 rifacimento della lavorazione
- per Rt da 2,00 a 2,40 **detrazione del 10%**
- per Rt > di 2,40 **detrazione del 15%**
- per CTI da 76 a 70 **detrazione del 10%**
- per CTI da 70 a 65 **detrazione del 20%**
- per CTI da 65 a 60 **detrazione del 40%**
 - per CTI <60 rifacimento della lavorazione
- per CTI da 200 a 250 **detrazione del 10%**
- per CTI > di 250 **detrazione del 15%**

Nel caso i parametri relativi al Modulo di rigidezza dinamico non rispecchiassero i valori minimi prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per Modulo 10° da 5.600 a 5.100 **detrazione del 10%**
- per Modulo 10° da 5.100 a 4.500 **detrazione del 20%**
- per Modulo 10° da 4.500 a 4.100 **detrazione del 40%**
 - Per M 10° <4.100 rifacimento della lavorazione
- per Modulo 20° da 3.500 a 3.200 **detrazione del 10%**
- per Modulo 20° da 3.200 a 2.800 **detrazione del 20%**
- per Modulo 20° da 2.800 a 2.500 **detrazione del 40%**

- Per M 20° <2.500 rifacimento della lavorazione
 - per Modulo 40° da 1.000 a 980 **detrazione del 10%**
 - per Modulo 40° da 980 a 850 **detrazione del 20%**
 - per Modulo 40° da 850 a 780 **detrazione del 40%**
- Per M 40° <780 rifacimento della lavorazione

i) Requisiti di accettazione

L'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. per il controllo della idoneità, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa deve attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di +/- 3; per il contenuto di sabbia +/- 2 (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI) per il passante al setaccio UNI 0,075 +/- 1,5.

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

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

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

h) Formazione e confezione degli impasti

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

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

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura in base ai quali, sotto le detrazioni del pattuito ribasso e delle ritenute di legge e convenzioni, saranno pagati i lavori principali a corpo e a misura.

Resta inteso che per ogni singolo prezzo, quando non diversamente specificato, sono da osservare tutte le modalità, le prescrizioni, gli oneri e i magisteri previsti nel presente Capitolato Speciale d'appalto.

La temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

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

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

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

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

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

i) Posa in opera della miscela

La posa in opera del tappeto tipo splittmastix deve essere effettuata a mezzo di idonee macchine vibrofinitrici approvate dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non dovrà essere superiore ai 3 – 4 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranature, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Tutti i mezzi di cantiere, compresi quelli adibiti al trasporto del conglomerato, dovranno tassativamente evitare di passare sul giunto longitudinale prima che sia affiancato dalla seconda strisciata. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

I giunti longitudinali devono essere realizzati in maniera che non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

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

La stesa del tappeto tipo splitt-mastix deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita dei lavori. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dello splitt - mastix deve iniziare appena posto in opera dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Si precisa che, salvo i casi ove si operi in tratti stradali soggetti a chiusura al traffico veicolare (attraverso apposita ordinanza di sospensione al traffico) o su precise disposizioni della D.L., non è ammesso, a fine giornata lavorativa, lasciare dislivelli altimetrici longitudinali e trasversali ma bensì occorre, per ovvie ragioni di sicurezza, completare la stesa del conglomerato bituminoso in modo da mantenere, inalterato a livello altimetrico, il profilo trasversale e longitudinale della strada.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura, tenendo presente che il raccordo va realizzato considerando il rapporto di mt. 1,5 - 2,00 per ogni cm. di spessore con rifinitura della stesa effettuata con l'ausilio di attrezzi manuali tali da consentire la separazione e la successiva rimozione dell'inerte più grosso dalla miscela. Si precisa che detti giunti dovranno risultare, a compattazione avvenuta, tali da presentare sulla linea d'attacco con il piano esistente un dislivello massimo pari a mm. 5. La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno 30 cm.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli a ruote metalliche di peso minimo 10 tonnellate e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La eventuale carenza nella compattazione comporterà una penalizzazione sul prezzo di elenco determinata sulla base dei vuoti residui presenti nelle carote estratte dalla pavimentazione riferiti a quelli di Laboratorio (pressa giratoria).

Al termine della compattazione dello strato d'usura (tipo splitt-mastix) il volume dei vuoti residui su carote estratte dalla pavimentazione eseguita dovrà essere compreso fra il 3% ed il 7% del volume totale del campione; valori superiori comporteranno penalizzazioni sul prezzo di elenco come di seguito specificato:

| <i>Volume dei vuoti residui (%)</i> | <i>Penalizzazione (%)</i> |
|-------------------------------------|---------------------------|
| 7.5 | 3 |
| 8.0 | 5 |
| 8.5 | 10 |
| 8.5 | 15 |
| 9.0 | 25 |
| 9.5 | 30 |
| 10.0 | 40 |

Volumi dei vuoti residui superiori al 10,0% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato, e di quelli soprastanti qualora già posati, a cura e spese dell'Impresa.

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

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità' ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente: potrà essere tollerato uno scostamento di 5 mm.

Qualora si riscontrassero, a lavori ultimati, difformità in merito alla regolarità superficiale , misurata come sopra in più punti e su tratte, ritenute a giudizio della D.L. sufficientemente rappresentative della singola tratta o di tutto l'intervento, rientranti nello spessore dei 4 mm. , verrà applicata una detrazione del 15% sulla relativa voce di elenco prezzi. Tale detrazione dovrà essere commisurata all'estensione delle superfici e/o tratte interessate dalla presenza dei difetti di regolarità (si applica su tutta la larghezza dell'intervento). Si precisa che qualora le misurazioni effettuate dovessero far emergere scostamenti maggiori di mm. 4 la pavimentazione non verrà accettata e dovrà essere rimossa ed eseguita nuovamente a spese dell'Impresa .

I) Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali prelevati presso l'impianto di produzione e/o dalla vibrofinitrice all'atto della stesa e sulle carote estratte dalla pavimentazione (vedasi anche quanto già riportato ai paragrafi Precedenti).

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale, mentre quelli sui parametri di aderenza verranno effettuati sulla base di quanto riportato al successivo paragrafo L) .

L) PROVE E CONTROLLI sui parametri di ADERENZA

Micro e macro rugosità a lavori ultimati

Il manto d'usura ottenuto con la miscela ed i parametri sopra descritti dovrà garantire il raggiungimento dei parametri sotto riportati.

Microrugosità

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, tale parametro sarà verificato mediante utilizzo dello Skid resistance tester BPN (CNR BU 105/1985) che dovrà presentare valori **maggiori o uguali a 68**.

Macrorugosità

La tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.u.n.94 del 15.10.83) dovrà avere i seguenti requisiti: **HS ≥ 0,6** .

Le suddette verifiche verranno effettuate in un periodo compreso tra il 30° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico a discrezione della D.L. Le suddette verifiche dovranno essere effettuate in misura tale da essere sufficientemente rappresentative del lavoro realizzato e verranno eseguite nei punti indicati a giudizio della D.L.. Qualora risultassero valori di dubbia attendibilità, data la stagione in corso, (in particolare quelli relativi alla micro rugosità) e/o risultassero valori tali da nutrire dubbi sulla qualità dell'inerte utilizzato le suddette verifiche, a giudizio della D.L., potranno essere posticipate anche oltre il periodo sopra indicato (90° giorno dall'apertura al traffico) proprio per verificare l'eventuale

decadimento precoce dei parametri sopra richiesti. In questo caso rimarranno sospese le attività contabili.

In ogni caso si dovranno testare un numero di tratti che a giudizio della D.L. siano ritenuti sufficientemente rappresentativi dell'intervento e/o interventi effettuati.

Per le opportune valutazioni sull'analisi delle suddette prove vengono fissati valori **soglia di accettabilità** dalla D.L. : **BPN = 60** ; **Hs = 0,40**. Qualora dalle verifiche suddette dovessero risultare , ovviamente da dati opportunamente mediati e ritenuti sufficientemente rappresentativi dalla D.L. (sia per singola tratta che per tutto l'intervento globale di pavimentazione stradale), valori inferiori a quelli **prescritti sopra riportati**, ma comunque al di sopra (o uguali) dei valori di **soglia di accettabilità** verranno applicate le seguenti detrazioni sulla voce di elenco prezzi riguardante lo strato d'usura posato :

- Per valori BPN da 67 a 64 detrazione del 10% ;
- Per valori BPN da 64 a 60 detrazione del 25% ;
- Per valori HS da 0,59 a 0,50 detrazione del 10% ;
- Per valori HS da 0,49 a 0,40 detrazione del 25% ;

Qualora invece si riscontrassero, dalle verifiche suddette, valori al di sotto di quelli indicati come **soglia di accettabilità** l'Impresa dovrà procedere all'asportazione dello strato d'usura ed al successivo rifacimento a proprie spese.