



**AREA SERVIZI TERRITORIALI METROPOLITANI**

**Servizio Progettazione Costruzioni e  
Manutenzione Strade**

**AREA A - "PIANURA OVEST"**

***Lavori di pavimentazione mediante costruzione di tappeti di usura e trattamenti superficiali monostrato, in varie tratte nei Comuni della Pianura Ovest.***

**PROGETTO ESECUTIVO**

\*\*\*\*\*

**Importo a base di gara:**

**Euro 748.000,00**

**Importo del progetto:**

**Euro 950.000,00**

\*\*\*\*\*

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

**Progettazione generale:**

(Geom. Davide Labbate)

**Supporto alla progettazione ed  
elaborazioni grafiche**

(Geom. Elena Tagliavini)

**Il Responsabile del Procedimento  
Responsabile U.O.**

(Dott. Ing. Barbara Luchetti)

## SOMMARIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>P A R T E I.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>OGGETTO E CONDIZIONI SPECIFICHE DELL'APPALTO .....</b>  | <b>4</b>  |
| ART. 1.1 - <u>OGGETTO DELL'APPALTO</u>   | 4         |
| ART. 1.2 - <u>AMMONTARE DELL'APPALTO</u>   | 4         |
| ART. 1.3 - <u>DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE</u>   | 5         |
| ART. 1.4 - <u>CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI</u>   | 5         |
| ART. 1.5 - <u>OBBLIGHI DELL'APPALTATORE</u>  | 5         |
| ART. 1.6 - <u>PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI</u>   | 7         |
| ART. 1.7 - <u>SICUREZZA E SALUTE DEI LAVORATORI NEL CANTIERE</u>   | 8         |
| ART. 1.8 - <u>DANNI DI FORZA MAGGIORE</u>  | 9         |
| <b>P A R T E II.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE ..</b>                           | <b>10</b> |
| ART. 2.1 - <u>CORRISPONDENZA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE ALLE PRESCRIZIONI CONTRATTUALI</u>                  | 10        |
| ART. 2.2 - <u>PROVVISTA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE</u>  | 10        |
| ART. 2.3 - <u>PROVA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE</u>  | 11        |
| ART. 2.4 - <u>ACQUA – CALCI – LEGANTI IDRAULICI – POZZOLANE</u>  | 11        |
| ART. 2.5 - <u>QUALITÀ E COMPOSIZIONE DELLE MALTE IDRAULICHE</u>  | 12        |
| ART. 2.6 - <u>SABBIA – GHIAIA – PIETRISCO – GRANIGLIA – PIETRE NATURALI</u>                                      | 12        |
| ART. 2.7 - <u>BITUMI – BITUMI LIQUIDI – EMULSIONI BITUMINOSE – POLVERI DI ROCCE ASFALTICHE</u>                   | 14        |
| ART. 2.8 - <u>LATERIZI E PIETRE DA RIVESTIMENTO</u>  | 16        |
| ART. 2.9 - <u>MATERIALI METALLICI</u>  | 17        |
| ART. 2.10 - <u>LEGNAMI</u>   | 17        |
| ART. 2.11 - <u>ALTRI MATERIALI</u>   | 17        |
| <b>P A R T E III.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>MODALITA' DI ESECUZIONE E ORDINE DA TENERSI NELLO SVOLGIMENTO DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO .....</b>           | <b>19</b> |
| ART. 3.1 - <u>OPERE PROVVISORIALI</u>  | 19        |
| ART. 3.2 - <u>MACCHINARI E MEZZI D'OPERA</u>   | 19        |
| ART. 3.3 - <u>DEMOLIZIONI E RIMOZIONI</u>  | 19        |
| ART. 3.4 - <u>MISURE DI SICUREZZA E PROVVEDIMENTI DI VIABILITÀ CONSEGUENTI AI LAVORI</u>                         | 20        |
| ART. 3.5 - <u>LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI</u>   | 20        |
| ART. 3.6 - <u>ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI</u>  | 20        |
| ART. 3.7 - <u>RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE</u>                                 | 20        |
| ART. 3.8 - <u>LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA O NELL'INTERESSE DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE</u> | 21        |
| ART. 3.9 - <u>NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI</u>   | 21        |
| <b>CAPO A - SCAVI, RILEVATI, FONDAZIONI E PAVIMENTAZIONI STRADALI .....</b>                                      | <b>26</b> |
| ART. A.1 - <u>SCAVI – RILEVATI - RINTERRI</u>  | 26        |
| ART. A.2 - <u>SOVRASTRUTTURA STRADALE</u>  | 30        |
| ART. A.3 - <u>STRATI DI FONDAZIONE E STRATI DI SOTTOBASE</u>   | 31        |
| ART. A.4 - <u>MISTO GRANULARE</u>  | 32        |
| ART. A.5 - <u>MISTO CEMENTATO</u>  | 34        |
| ART. A.6 - <u>CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO</u>   | 38        |
| ART. A.7 - <u>CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA</u>                                  | 42        |
| ART. A.8 - <u>FREQUENZA DEI CONTROLLI SULLA FONDAZIONE E SULLO STRATO DI SOTTOBASE</u>                           | 46        |
| <b>CAPO B - CONGLOMERATI BITUMINOSI.....</b>   | <b>48</b> |
| ART. B.1 - <u>LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI</u>                         | 48        |
| ART. B.2 - <u>POSA IN OPERA DEGLI IMPASTI</u>  | 48        |
| ART. B.3 - <u>RULLATURA DEGLI IMPASTI</u>  | 49        |
| ART. B.4 - <u>GEOTESSILE</u>   | 50        |
| ART. B.5 - <u>GEOGRIGLIA</u>   | 51        |
| ART. B.6 - <u>MANO D'ATTACCO</u>   | 51        |
| ART. B.7 - <u>MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE</u>  | 52        |
| ART. B.8 - <u>LEGANTI BITUMINOSI</u>   | 53        |

|   |           |
|---|-----------|
| ART. B.9 - <u>CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO (FRESATO)</u>   | 54        |
| ART. B.10 - <u>ADDITIVI</u>   | 54        |
| <b>CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO.....</b>  | <b>55</b> |
| ART. B.11 - <u>PRESCRIZIONI GENERALI</u>  | 55        |
| ART. B.12 - <u>PROCEDURA DI STUDIO DELLE MISCELE CON PRESSA GIRATORIA</u>   | 55        |
| ART. B.13 - <u>MATERIALI COSTITUENTI</u>  | 58        |
| <b>STRATO DI BASE .....</b>   | <b>60</b> |
| ART. B.14 - <u>DESCRIZIONE</u>  | 60        |
| ART. B.15 - <u>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA</u>  | 60        |
| ART. B.16 - <u>CARATTERISTICHE DELLO STRATO</u>   | 62        |
| <b>STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) .....</b>  | <b>63</b> |
| ART. B.17 - <u>DESCRIZIONE</u>  | 63        |
| ART. B.18 - <u>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA</u>  | 63        |
| ART. B.19 - <u>CARATTERISTICHE DELLO STRATO</u>   | 65        |
| <b>STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO .....</b>  | <b>66</b> |
| ART. B.20 - <u>DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE</u>   | 66        |
| ART. B.21 - <u>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA</u>  | 66        |
| ART. B.22 - <u>CARATTERISTICHE DELLO STRATO</u>   | 68        |
| <b>STRATO DI USURA 0/12,5 .....</b>   | <b>69</b> |
| ART. B.23 - <u>DESCRIZIONE</u>  | 69        |
| ART. B.24 - <u>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA</u>  | 69        |
| ART. B.25 - <u>CARATTERISTICHE DELLO STRATO</u>   | 70        |
| <b>STRATO DI USURA 0/8 E RISAGOMATURA FINE 0/6 .....</b>  | <b>71</b> |
| ART. B.26 - <u>DESCRIZIONE</u>  | 71        |
| ART. B.27 - <u>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA</u>  | 71        |
| ART. B.28 - <u>CARATTERISTICHE DELLO STRATO</u>   | 73        |
| <b>SMA - SPLIT MASTIX ASPHALT (ANTISDRUCIOLO CHIUSO).....</b>   | <b>74</b> |
| ART. B.29 - <u>DESCRIZIONE</u>  | 74        |
| ART. B.30 - <u>MATERIALI COSTITUENTI</u>  | 74        |
| ART. B.31 - <u>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA</u>  | 74        |
| ART. B.32 - <u>CARATTERISTICHE DELLO STRATO</u>   | 76        |
| <b>STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE .....</b>  | <b>77</b> |
| ART. B.33 - <u>DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE</u>   | 77        |
| ART. B.34 - <u>MATERIALI COSTITUENTI</u>  | 77        |
| ART. B.35 - <u>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA</u>  | 77        |
| ART. B.36 - <u>CARATTERISTICHE DELLO STRATO</u>   | 79        |
| <b>MICROTAPPETO A CALDO .....</b>   | <b>80</b> |
| ART. B.37 - <u>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA</u>  | 80        |
| <b>CAPO C – TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....</b>   | <b>82</b> |
| ART. C.1 - <u>MICROTAPPETI A FREDDO TIPO "SLURRY - SEAL" (MACRO-SEAL)</u>   | 82        |
| ART. C.2 - <u>TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO (DOPPIO STRATO DOPPIA GRANIGLIATURA) CON BITUMI MODIFICATI CON POLIMERI</u>  | 85        |
| ART. C.3 - <u>FORMULAZIONE DEI TRATTAMENTI SUPERFICIALI</u>   | 85        |
| <b>CAPO D – PRESCRIZIONI SUL CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA E SULLE LAVORAZIONI... 88</b>                                    | <b>88</b> |
| ART. D.1 - <u>CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA</u>   | 88        |
| ART. D.2 - <u>CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA</u>  | 89        |
| ART. D.3 - <u>FREQUENZE DEI CONTROLLI SUI CONGLOMERATI BITUMINOSI</u>   | 90        |
| <b>CAPO E – CONTROLLI SUL MATERIALE PRELEVATO SFUSO E SULLA PAVIMENTAZIONE FINITA E RELATIVE DETRAZIONI PECUNARIE .....</b> | <b>93</b> |
| ART. E.1 - <u>CARATTERISTICHE COMPOSITIVE E DETRAZIONI</u>  | 93        |
| ART. E.2 - <u>CARATTERISTICHE MECCANICHE E DETRAZIONI</u>   | 94        |
| ART. E.3 - <u>CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE (DENSITÀ/VUOTI) E DETRAZIONI</u>   | 94        |
| ART. E.4 - <u>ADERENZA E TESSITURA E DETRAZIONI</u>   | 95        |
| ART. E.5 - <u>ADESIONE TRA GLI STRATI E DETRAZIONI</u>  | 95        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPO F - SEGNALETICA ORIZZONTALE.....</b>  | <b>96</b>  |
| ART. F.1 - <u>PRESCRIZIONI GENERALI</u> .....   | 96         |
| ART. F.2 - <u>QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI</u> .....                                     | 96         |
| ART. F.3 - <u>PROVE DEI MATERIALI</u> .....   | 96         |
| ART. F.4 - <u>MATERIALI PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE</u> .....                                | 97         |
| ART. F.5 - <u>PRESTAZIONI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE</u> .....                               | 98         |
| ART. F.6 - <u>MODALITÀ PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE</u> ..... | 100        |
| ART. F.7 - <u>SEGNALETICA VERTICALE</u> .....   | 100        |
| <b>ALLEGATO 1.....</b>  | <b>108</b> |

**P A R T E I****OGGETTO E CONDIZIONI SPECIFICHE DELL'APPALTO****Art. 1.1 - OGGETTO DELL'APPALTO**

L'Appalto ha per oggetto tutte le opere e provviste occorrenti per l'esecuzione dei **“Lavori di pavimentazione mediante costruzione di tappeti d'usura e trattamenti superficiali monostrato, in varie tratte nei Comuni della Pianura Ovest.**

Il contratto è stipulato **a misura.**

**Art. 1.2 - AMMONTARE DELL'APPALTO**

L'importo complessivo dei lavori in Appalto ammonta a complessivi **€ 748.000,00** (diconsi Euro settecentoquarantottomila/00) di cui **€ 740.500,00** (diconsi Euro settecentoquarantamila/cinquecento/00) per opere soggette a ribasso, comprensivi **€ 73.151,44** (diconsi Euro settantatremilacentocinquante/44) per costo del personale, ed **€ 7.500,00** (diconsi Euro settemilacinquecento/00) per oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso, come risulta dal successivo prospetto riassuntivo.

Gli oneri per la sicurezza fissati in **€ 7.500,00** (diconsi Euro settemilacinquecento/00) al netto dell'IVA, non soggetti a ribasso, saranno pagati ad ogni stato d'avanzamento in proporzione percentuale alla progressione dei lavori.

Nel caso di cantiere in cui ricorra l'obbligo del Piano di Sicurezza e Coordinamento, ai sensi del D.Lgs. n. 81 del 09.04.2008 s.m.i., resta inteso che eventuali proposte integrative o modificative del piano di sicurezza presentate dall'Impresa e accettate dal Coordinatore per l'esecuzione non comporteranno alterazione degli importi pattuiti.

Il corrispettivo complessivo dei lavori compresi nell'appalto, suddivisi nelle principali categorie di lavoro, risulta dal seguente prospetto:

| <b>QUADRO ECONOMICO</b>  |                              |                          |                            |                       |  |
|--|------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| <b>Categorie</b>   | <b>Descrizione categorie</b> | <b>Importo categorie</b> | <b>% incidenza su tot.</b> | <b>Importo totale</b> |  |
|  | OPERE A MISURA               |                          |                            |                       |  |
| OG 3   | Opere stradali               | € 740.500,00             | 100%                       |                       |  |
| <b>Importo dei lavori soggetto a ribasso ( di cui € 73.151,44 per costo del personale)</b> |                              |                          | <b>100,00 %</b>            | <b>€ 740.500,00</b>   |  |
| <b>Oneri per la sicurezza, da evidenziarsi nel bando di gara e non soggetti a ribasso</b>  |                              |                          |                            | <b>€ 7.500,00</b>     |  |
| <b>Importo a base di gara</b>  |                              |                          |                            | <b>€ 748.000,00</b>   |  |

ed un prospetto riepilogativo dello stesso:

| <b>Categorie</b>   | <b>Designazione delle diverse lavorazioni</b>   | <b>Importo categorie</b> | <b>Modalità di appalto</b> |
|--------------------|---|--------------------------|----------------------------|
|                    |   |                          | <b>A misura</b>            |
| Prevalente<br>OG 3 | Opere stradali  | € 740.500,00             | € 740.500,00               |
|                    | <b>Importo dei lavori soggetto a ribasso (di cui € 73.151,44 per costo del personale)</b> | <b>€ 740.500,00</b>      |                            |
|                    | <b>Oneri della sicurezza</b>  | <b>€ 7.500,00</b>        |                            |
|                    | <b>Importo a base di gara</b>   | <b>€ 748.000,00</b>      |                            |

**LAVORAZIONI SUBAPPALTABILI** - E' consentito il subappalto nei limiti della vigente normativa ed alle condizioni stabilite dal contratto.

I prezzi unitari, come risultanti a seguito della gara o diminuiti del ribasso offerto, in base ai quali saranno pagati i lavori appaltati e le somministrazioni comprendono:

PER I MATERIALI - Ogni spesa per la fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc. nessuna eccettuata, per darli pronti all'impiego a piè d'opera, in qualsiasi punto del lavoro anche se fuori strada.

PER GLI OPERAI - Ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché le quote per le assicurazioni sociali, per gli infortuni ed indennità varie.

PER I NOLI - Ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari ed i mezzi d'opera pronti all'uso.

PER I LAVORI - Tutte le spese per mezzi d'opera, opere provvisorie, assicurazioni di ogni specie, indennità di cave, di passaggi, di depositi, di cantiere di occupazioni temporanee e diverse, nessuna esclusa, e quanto occorra per dare il lavoro compiuto a regola d'arte, intendendosi in tutti i prezzi di elenco compreso ogni compenso per gli oneri tutti, che l'Impresa dovrà sostenere a tale scopo.

PER OGNI LAVORAZIONE – I costi per la sicurezza.

I prezzi medesimi, sotto le condizioni tutte del contratto, del presente Capitolato Speciale e del Capitolato Generale d'appalto dei Lavori Pubblici vigente, s'intendono accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza ed a tutto suo rischio.

### **Art. 1.3 - DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE**

Le opere - a misura - formanti oggetto del presente appalto, risultanti o desumibili dalle descrizioni, norme e disegni di progetto allegati, possono sommariamente riassumersi come segue :

- fresatura del piano viabile;
- costruzione di Binder
- costruzione di tappeto di usura in conglomerato bituminoso, confezionato con legante modificato mediante polimeri e/o plastomeri del tipo "soft";
- costruzione di tappeto di usura in conglomerato bituminoso, confezionato con legante modificato mediante polimeri e/o plastomeri del tipo ad alta lavorabilità;
- costruzione di tappeto di usura in conglomerato bituminoso di tipo chiuso, per rappezzi e/o ricariche posto in opera con vibrofinitrice o a mano ove occorra e rullato con rullo da 7t., compreso mano di attacco con emulsione bituminosa al 60%;
- costruzione di microtappeti confezionati con malta bituminosa ed inerti di origine basaltica selezionati, impastati a freddo e miscelati con emulsione bituminosa al 60% elastomerizzata preparata secondo le prescrizioni delle N.T.A. Spessore minimo cm. 0,8;
- trattamento superficiale con pietrischetto e emulsione bituminosa;
- sistemazione delle banchine non pavimentate;
- realizzazione di nuovo impianto di segnaletica orizzontale, mediante posa in opera di vernici spartitraffico e successiva post-spruzzatura.

Le cifre riportate all'art. 1.2, che indicano gli importi presunti delle diverse categorie dei lavori a misura (soggetti a ribasso), potranno variare tanto in più quanto in meno per effetto di variazioni delle singole quantità, fermo restando l'importo contrattuale, senza che l'Appaltatore possa trarne argomento per chiedere compensi non contemplati nel presente Capitolato Speciale di Appalto e comunque nel rispetto delle condizioni e dei limiti previsti dall'art. 106 del D.Lgs. n. 50/2016.

Per le varianti in corso d'opera si applica parimenti il sopra citato art. 106.

### **Art. 1.4 - CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI**

I lavori a misura verranno iscritti in contabilità "a quantità" secondo l'avanzamento. La contabilizzazione di tali lavori sarà effettuata sulla base dei prezzi unitari contrattuali (prezzi indicati nell'Elenco prezzi unitari).

### **Art. 1.5 - OBBLIGHI DELL'APPALTATORE**

Rientrano tra gli obblighi a carico dell'Appaltatore, oltre alla firma degli ordini di servizio per avvenuta conoscenza come specificato al paragrafo precedente:

#### ***Prima dell'inizio dei lavori***

la comunicazione al Direttore dei Lavori ed al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, mediante raccomandata A/R, dei nominativi del Capo Cantiere, Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP), Addetto alle emergenze;

di assumere l'intera ed incondizionata responsabilità, così come il progetto fosse stato redatto in origine dall'Appaltatore medesimo;

la consegna alla Direzione Lavori del progetto, redatto a propria cura e spese, per il dimensionamento ed il calcolo statico delle opere provvisorie che saranno realizzate (al fine di impedire qualsiasi deformazione delle stesse opere provvisorie o delle opere che dovranno sostenere);

l'esposizione, all'esterno del cantiere, del cartello del tipo unificato previsto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, indicante l'oggetto dei lavori, le fonti di finanziamento, ecc... e rispondente a quanto prescritto dall'art. 105 del D.Lgs. n. 50/2016;

i tracciamenti di tutte le opere facenti parte il progetto;

nel caso di lavori di installazione di guard rail, **l'onere della verifica della presenza di sottoservizi e interferenze di qualsiasi tipo da effettuarsi mediante acquisizione di materiale presso i soggetti gestori dei servizi e/o ispezioni in situ a carico dell'appaltatore.**

### ***Durante i lavori***

l'esposizione in cantiere dell'elenco giornaliero dei dipendenti propri e delle eventuali imprese subappaltatrici operanti nel cantiere medesimo;

il pagamento dei subappaltatori per i lavori da essi svolti;

l'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessari per garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. A tale riguardo l'Appaltatore è tenuto ad osservare le disposizioni per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro, contenute nel D.Lgs. n. 81 del 09.04.2008 e s.m.i., le norme specifiche per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni, nonché le norme in vigore in materia di infortunistica;

la predisposizione di opportune segnalazioni semaforiche atte alle istituzioni di sensi unici alternati regimentati, qualora i lavori debbano essere eseguiti in presenza di traffico stradale;

l'approntamento dei necessari locali di cantiere, che dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici e di idoneo smaltimento dei liquami;

l'approvvigionamento idrico ed elettrico necessario a tutte le attività del cantiere;

la realizzazione, gli spostamenti e lo smontaggio, a propria cura e spese, di cantine, puntellature, sbadacchiature, casseri, impalcature, ponteggi e di tutte le opere provvisorie di qualunque genere, metalliche o in legname;

i movimenti di terra, le piste, i piazzali, ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, la recinzione del cantiere stesso secondo le indicazioni della Direzione Lavori, nonché la pulizia e la manutenzione del cantiere, l'inghiaimento e la sistemazione delle strade in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addetti ai lavori tutti, compresa la realizzazione di guadi, comprese le attività propedeutiche al rilascio delle necessarie autorizzazioni o concessioni da parte degli Enti locali preposti;

i decespugliamenti ed il taglio di alberature di qualunque diametro e altezza nell'area di cantiere, previa acquisizione delle necessarie autorizzazioni da parte degli Enti locali preposti, e comunque nel rispetto di quanto precisato nel presente Capitolato.

la guardiania e la sorveglianza sia di giorno che di notte, con il personale necessario, del cantiere e di tutti i materiali e macchinari in esso esistenti;

il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette, nonché a richiesta della Direzione Lavori, l'uso parziale o totale, da parte di dette Imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente alla costruzione dei lavori, che la Città metropolitana intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte, dalle quali, come dalla Città Metropolitana di Bologna, l'Appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta.

il libero accesso, pedonale e veicolare, in qualsiasi istante, alle proprietà private, che per causa dei lavori si venissero a trovare intercluse, mediante la posa di passerelle, andatoie o ponti temporanei;

il pagamento delle tasse e l'accollo degli altri oneri per concessioni comunali (licenza di costruzione, di occupazione temporanea di suolo pubblico, di passi carrabili, ecc.);

l'informazione tempestiva, mediante raccomandata A/R, a tutti gli uffici pubblici competenti (e p.c. alla Direzione Lavori) per i necessari nulla-osta ai lavori;

l'esecuzione di tutti i lavori in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al Direttore dei Lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni e particolari esecutivi, dal presente Capitolato Speciale di Appalto (in ogni caso l'Appaltatore non potrà dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'art. 1659 del C.C.).

nel caso che l'impresa intenda variare le modalità di esecuzione e le tipologie di alcune opere, la trasmissione al Direttore Lavori con almeno due settimane di anticipo rispetto alla programmazione degli interventi oggetto di modifica del progetto esecutivo degli stessi compresi calcoli ed elaborati grafici

la predisposizione di opportune segnalazioni semaforiche atte alle istituzioni di sensi unici alternati regimentati, qualora i lavori debbano essere eseguiti in presenza di traffico stradale.

qualora la fresatura venga realizzata prevedendo il reimpiego del fresato come sottoprodotto, le procedure da attuare saranno quelle presenti nell'allegato 1.

A scopo del collaudo

la fornitura all'organo di collaudo degli operai e dei mezzi necessari ad eseguire le operazioni di riscontro, le esplorazioni, gli scandagli, gli esperimenti e quant'altro necessario al collaudo, nonché quanto occorre per ristabilire le parti di lavoro che sono state alterate per l'esecuzione delle verifiche;

la fornitura, per tutta la durata dei collaudi, di ogni apparecchiatura necessaria per i collaudi medesimi;

la manutenzione ordinaria di tutte le opere fino al collaudo (art. 32, lettera u, del D.P.R. 207/2010 e s.m.i.).

A fine lavori

la pulizia e lo sgombero dei materiali di rifiuto dal cantiere e dalle vie di transito e di accesso allo stesso;

la riparazione, a proprie spese, di strade di accesso, sommità arginali ed altre opere che risultassero danneggiate dal passaggio dei mezzi meccanici necessari alla esecuzione dei lavori;

il ripristino delle strade preesistenti che l'Impresa abbia in qualsiasi modo danneggiato;

lo sgombero tempestivo, a lavori ultimati, di ogni opera provvisoria, materiali residui, detriti, ecc...

lo smaltimento dei contenitori di emulsione bituminosa e degli eventuali residui bituminosi secondo le disposizioni di legge in vigore.

#### **Art. 1.6 - PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI**

Almeno 10 (dieci) giorni prima della consegna dei lavori, l'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla Direzione Lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa rispondente a quanto previsto all'art. 1 lett. f) del D.M. 49/2018.

Nel programma devono essere riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento. Nel programma devono inoltre essere specificati tipo, potenza e numero delle macchine e degli impianti che l'impresa si impegna ad utilizzare nell'esecuzione delle singole lavorazioni.

Il programma deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione. L'andamento dei lavori previsto dal programma esecutivo non deve essere pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Città Metropolitana di Bologna.

Il programma esecutivo dei lavori dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori mediante apposizione di un visto, entro 10 (dieci) giorni dal ricevimento.



Qualora il programma non ottenesse l'approvazione della Direzione Lavori, l'Appaltatore ha 5 giorni di tempo per predisporre un nuovo programma, secondo le direttive che avrà ricevuto. Qualora il programma non ottenesse ancora l'approvazione della Direzione Lavori, i lavori verranno comunque consegnati e si applicherà il cronoprogramma di progetto.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, qualora l'Appaltatore intendesse modificare il programma esecutivo dei lavori, dovrà richiedere preventiva autorizzazione al Direttore dei Lavori almeno 10 (dieci) giorni prima dell'inizio delle lavorazioni interessate dalle modifiche stesse. L'approvazione di tali modifiche potrà avvenire entro 10 (dieci) giorni dal ricevimento delle stesse. Trascorso il predetto termine senza che la Direzione dei Lavori si sia pronunciata, la modifica al programma esecutivo dei lavori si intende approvata.

Il programma esecutivo dei lavori redatto dall'Appaltatore può essere modificato o integrato dalla Direzione Lavori, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori o per la tutela di un interesse pubblico prevalente, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Città Metropolitana di Bologna, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi, ed in particolare:

- per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
- per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Città Metropolitana di Bologna;
- per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Città Metropolitana di Bologna, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Città Metropolitana di Bologna o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Città Metropolitana di Bologna;
- per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
- qualora sia richiesto dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, in ottemperanza all'art. 92 del D.Lgs. n. 81 del 09.04.2008 e s.m.i.. In ogni caso il programma dei lavori deve essere coerente con il Piano di sicurezza e di coordinamento (eventualmente integrato ed aggiornato), il suo cronoprogramma, e con il piano operativo di sicurezza.

Ogni modifica al programma decisa dall'Appaltatore deve essere sottoposta per iscritto alla Direzione Lavori e per conoscenza alla Città Metropolitana di Bologna, con le procedure espone in precedenza, prima di diventare esecutivo.

#### **Art. 1.7 - SICUREZZA E SALUTE DEI LAVORATORI NEL CANTIERE**

L'Appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente i seguenti piani:

- a) nel caso di cantiere in cui ricorra l'obbligo del Piano di Sicurezza e Coordinamento, ai sensi dell'art. 100 del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.: il Piano di Sicurezza e Coordinamento predisposto dalla Città metropolitana di Bologna, corredato dal Piano Operativo di Sicurezza predisposto dall'Appaltatore per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori;
- b) nel caso di cantiere in cui non ricorra l'obbligo del Piano di Sicurezza e Coordinamento, ai sensi del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.: il Piano Sostitutivo di Sicurezza predisposto dall'Appaltatore corredato dal Piano Operativo di Sicurezza;

Nel caso di cantiere in cui ricorra l'obbligo del Piano di Sicurezza e Coordinamento, ai sensi dell'art. 100 del D.Lgs. n. 81 del 09.04.2008 e s.m.i.:

1. L'Appaltatore non potrà dare inizio ai lavori fintanto che il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione non abbia espresso parere favorevole sul Piano Operativo di Sicurezza consegnato dallo stesso Appaltatore almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori.
2. Eventuali modifiche del Piano Operativo di Sicurezza, durante l'esecuzione dei lavori, dovranno essere preventivamente proposte alla Direzione Lavori ed al Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (quando previsto ai sensi del D.Lgs. n. 81 del 09.04.2008 e s.m.i.) per le rispettive approvazioni; le decisioni del Direttore dei Lavori e del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, da comunicare tempestivamente all'Appaltatore, sono per esso vincolanti.

3. Il Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto dalla Città Metropolitana di Bologna, può essere adeguato dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute.
4. L'Appaltatore può presentare al Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, una o più proposte motivate di modifiche o di integrazioni al Piano di Sicurezza e Coordinamento; il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione si deve pronunciare tempestivamente sull'accoglimento o il rigetto delle suddette proposte; le sue decisioni sono vincolanti per l'Appaltatore.
5. Le gravi o ripetute violazioni dei piani di cui sopra da parte dell'Appaltatore, previa la sua formale costituzione in mora, costituiscono causa di risoluzione del contratto in suo danno.
6. Durante l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore è responsabile in solido dell'osservanza delle norme in materia di sicurezza e salute dei lavoratori nel cantiere, da parte dei subappaltatori, nonché dei soggetti che eseguiranno noli a caldo o forniture con posa in opera.

#### **Art. 1.8 - DANNI DI FORZA MAGGIORE**

I danni di forza maggiore saranno accertati con la procedura stabilita dall'art.11 del D.M. 49/2018 e di seguito specificata.

L'esecutore non può pretendere indennizzi per danni alle opere o provviste se non in caso fortuito o di forza maggiore.

Nel caso di danni causati da forza maggiore l'esecutore ne fa denuncia al direttore dei lavori entro cinque giorni dall'evento, a pena di decadenza dal diritto all'indennizzo.

Al fine di determinare l'eventuale indennizzo al quale può avere diritto l'esecutore, spetta al direttore dei lavori redigere processo verbale alla presenza di quest'ultimo, accertando:

- a) lo stato delle cose dopo il danno, rapportandole allo stato precedente;
- b) le cause dei danni, precisando l'eventuale caso fortuito o di forza maggiore;
- c) l'eventuale negligenza, indicandone il responsabile, ivi compresa l'ipotesi di erronea esecuzione del progetto da parte dell'appaltatore;
- d) l'osservanza o meno delle regole dell'arte e delle prescrizioni del direttore dei lavori;
- e) l'eventuale omissione delle cautele necessarie a prevenire i danni.

Nessun indennizzo è dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'esecutore o delle persone delle quali esso è tenuto a rispondere.

## **P A R T E    I I**

### **QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE**

#### **Art. 2.1 - CORRISPONDENZA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE ALLE PRESCRIZIONI CONTRATTUALI**

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di Legge e di progetto, nonché alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale di Appalto; dovranno essere della migliore qualità e, nelle rispettive loro specie, dovranno risultare di perfetta lavorazione.

Il direttore dei lavori rifiuta in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non risultano conformi alla normativa tecnica, nazionale o dell'Unione europea, alle caratteristiche tecniche indicate nei documenti allegati al contratto, con obbligo per l'esecutore di rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese; in tal caso il rifiuto è trascritto sul giornale dei lavori o, comunque, nel primo atto contabile utile. Ove l'esecutore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio. I materiali e i componenti sono messi in opera solo dopo l'accettazione del direttore dei lavori. L'accettazione definitiva dei materiali e dei componenti si ha solo dopo la loro posa in opera. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'esecutore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo. Non rileva l'impiego da parte dell'esecutore e per sua iniziativa di materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o dell'esecuzione di una lavorazione più accurata.

I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'esecutore e sono rifiutati dal direttore dei lavori nel caso in cui quest'ultimo ne accerti l'esecuzione senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze. Il rifiuto è trascritto sul giornale dei lavori o, comunque, nel primo atto contabile utile, entro quindici giorni dalla scoperta della non conformità alla normativa tecnica, nazionale o dell'Unione europea, al progetto o al contratto del materiale utilizzato o del manufatto eseguito.

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

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

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

#### **Art. 2.2 - PROVVISTA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE**

Tutti i materiali occorrenti per i lavori provverranno da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc., scelti ad esclusiva cura e rischi dell'Appaltatore, il quale non potrà accampare alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare ad esso fosse obbligato a ricorrere ad altre cave, stabilimenti, fabbriche, depositi ecc. in località diverse ed a diverse distanze o da diversa provenienza; intendendosi che, anche in siffatti casi, resteranno invariati i prezzi stabiliti in elenco come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensione dei singoli materiali.

L'Appaltatore è obbligato a notificare alla Stazione Appaltante, in tempo utile ed in ogni caso almeno 15 giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e verifiche che la Stazione appaltante ritenesse necessarie prima di accettarli.

Uguale obbligo ha l'Appaltatore nel caso di eventuali successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali o delle forniture in genere.

Quando nella descrizione dei lavori fossero prescritti i luoghi di provenienza dei materiali e delle forniture e per qualsivoglia ragione la Stazione Appaltante ritenesse necessario o conveniente ricorrere ad altra località per il loro approvvigionamento, l'Appaltatore non potrà rifiutarsi a tale variazione quando ciò gli fosse

ordinato per iscritto dalla Stazione Appaltante, salva la determinazione, nei modi prescritti, della eventuale variazione di prezzo in più od in meno.

Di contro l'Appaltatore non potrà sostituire i luoghi di provenienza, eventualmente prescritti, senza preventiva autorizzazione scritta della Stazione Appaltante.

### **Art. 2.3 - PROVA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE**

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo e, di norma, periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, per le prove e gli esami dei materiali impiegati e da impiegare, disposti dalla Direzione Lavori e dall'Organo di collaudo per l'invio dei campioni ai Laboratori ufficiali prescelti dalla Città Metropolitana di Bologna.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Dei campioni stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo in accordo con la Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti nei Laboratori di cui al comma 1 saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle vigenti Norme Tecniche.

L'esito favorevole delle prove (anche di quelle effettuate in cantiere) non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere finite i prescritti requisiti.

Le prove ed analisi di laboratorio sui materiali, previste come obbligatorie dalla normativa vigente, sono a carico della Città Metropolitana di Bologna.

Ai sensi dell'art.6 del D.M. n.49/2018 saranno inoltre a carico dell'Appaltatore le spese per le prove ed analisi non espressamente previste nel presente Capitolato Speciale di Appalto, ma disposte dalla Direzione dei Lavori o dall'Organo di collaudo in quanto ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali.

### **Art. 2.4 - ACQUA – CALCI – LEGANTI IDRAULICI – POZZOLANE**

#### **Acqua:**

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, non aggressiva e priva di materie terrose.

Non potranno essere impiegate:

- α) le acque eccessivamente dure od aventi alto tenore di solfati e di cloruri, gessose;
- β) le acque di rifiuto, anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche in genere, da aziende di prodotti alimentari, da concerie od altre aziende industriali;
- χ) le acque contenenti argille, humus, limi;
- δ) le acque contenenti residui grassi, oleosi e zuccherini;
- ε) le acque piovane prive di carbonati e di bicarbonati che potrebbero favorire la solubilità della calce e quindi impoverire l'impasto.

#### **Calci:**

Le calci aeree, dovranno avere i requisiti prescritti dal R.D. del 16.11.1939 n. 2231.

Le calci idrauliche dovranno avere i requisiti di cui alla Legge del 26.5.1965 n. 595 ed al D.M. del 31.8.1972 che dettano le norme per l'accettazione e le modalità di prova dei leganti idraulici.

#### **Agglomerati cementizi:**

Gli agglomerati cementizi dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26.5.1965 n. 595 ed al D.M. 31.08.1972, già citati.

I cementi dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26.05.1965 n. 595 ed al D.M. 3.6.1968 che dettano le norme per l'accettazione e le modalità di prova dei cementi.

I cementi dovranno normalmente essere approvvigionati in cantiere a disposizione della D.L., per il preventivo esame, almeno un mese prima del loro impiego e dovranno essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria; l'Appaltatore sarà responsabile della buona conservazione del cemento.

La fornitura del cemento dovrà essere effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui all'Art. 3 della legge 26.5.1965 n. 595.

Qualora il cemento venga trasportato alla rinfusa, dovranno essere impiegati appositi ed idonei mezzi di trasporto: in questo caso il cantiere dovrà essere dotato di adeguata attrezzatura per lo scarico, di silos per la conservazione e di bilancia per il controllo della formazione degli impasti.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sciolto dovrà risultare dal giornale dei lavori.

La qualità dei cementi forniti alla rinfusa dovrà essere accertata mediante prelievo di campioni come stabilito dall'art. 4 della legge 26.05.1965 n. 595.

Il cemento, comunque fornito, che all'atto dell'impiego risultasse alterato sarà rifiutato e dovrà essere allontanato subito dal cantiere come prescritto al precedente art. 2.1.

La D.L. farà eseguire sul cemento approvvigionato, ed a spese dell'Appaltatore, le prove prescritte. L'Appaltatore non potrà mai accampare pretese e compensi per eventuali ritardi o sospensioni di lavoro che si rendessero necessari per attendere i risultati ufficiali degli accertamenti sulla idoneità dei cementi.

L'aggiunta ai cementi di materie per accelerare o ritardare la presa dei conglomerati, o per ritardarne od accelerarne l'indurimento, oppure per migliorarne la lavorabilità, la impermeabilità, la resistenza al gelo od altro, potrà essere eseguita solo su ordine della D.L..

Nell'uso degli additivi si dovrà tenere presente che la misura consentita degli additivi stessi dovrà essere tale da non perturbare le altre qualità richieste per il conglomerato o per presentare un pericolo per le armature.

Gli additivi per gli impasti cementizi devono corrispondere per qualità, tipo, caratteristiche e per la loro idoneità all'impiego a quanto fissato dalle norme UNI 934-2, 7109, 10765 ed a quelle altre norme che dovessero, in seguito, essere pubblicate a completamento od in sostituzione di quelle citate.

#### **Pozzolane:**

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico dovranno essere esenti da materie terrose, vegetali ed argillose o comunque eterogenee; dovranno inoltre essere di grana fina (cioè totalmente passanti allo staccio 2 UNI 2332), asciutti, scricchiolanti al tatto ed accuratamente vagliati.

Quale sia la loro provenienza, le pozzolane od i materiali a comportamento pozzolanico, dovranno avere i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939 N. 2230.

#### **Art. 2.5 - QUALITÀ E COMPOSIZIONE DELLE MALTE IDRAULICHE**

Qualsiasi tipo di malta dovrà corrispondere alle proporzioni stabilite nel presente Capitolato all'Elenco prezzi, se non diversamente disposto all'atto esecutivo dalla D.L. che ha la facoltà di ordinare l'aumento o la diminuzione dei quantitativi dei leganti, pagando o detraendo soltanto la differenza di peso dei materiali stessi con i prezzi di elenco.

La preparazione delle malte dovrà essere limitata alle quantità necessarie per l'immediato impiego, tenuto conto delle condizioni atmosferiche e della temperatura.

I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calci che dovranno essere utilizzati, però, nella stessa giornata della loro preparazione.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo sopra aree convenientemente pavimentate oppure a mezzo di macchine impastatrici e mescolatrici.

In tutti i casi dovranno essere disposti in cantiere mezzi idonei per l'esatta misurazione dei materiali costituenti l'impasto secondo il dosaggio fissato dalla Direzione Lavori in relazione alle caratteristiche e qualità dei materiali stessi.

#### **Art. 2.6 - SABBIA – GHIAIA – PIETRISCO – GRANIGLIA – PIETRE NATURALI**

Gli aggregati dovranno avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del fascicolo n. 4 anno 1953 del Consiglio Nazionale delle Ricerche, e "Tabella UNI 2710 ed. 1945" per le ghiaie.

I materiali dovranno comunque avere i seguenti requisiti di caratterizzazione e di accettazione:

a) **Il pietrisco** sarà di natura granitica o basaltica formato da elementi approssimativamente poliedrici, aventi i lati compresi fra mm. 35/50 oppure mm. 50/70 a seconda della richiesta della Direzione Lavori.

Il mezzo pietrisco sarà, invece, formato da elementi come sopra aventi il lato compreso fra mm. 15/22 e mm. 25/35.

I suddetti materiali saranno ottenuti per frantumazione di rocce basaltiche o granitiche, dovranno essere di forma poliedrica, ben puliti ed esenti da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

Le caratteristiche dei materiali devono essere conformi al fascicolo n.4 del c.f.r. - C.N.R. - Comitato Studi Materiali Stradali:

|                               |         |     |
|-------------------------------|---------|-----|
| Coefficiente di qualità Deval | minimo  | 12  |
| Coefficiente I.I.S.           | minimo  | 4   |
| Coefficiente di frantumazione | minimo  | 120 |
| Perdita per decantazione      | massimo | 1   |
| Resistenza all'usura          | massimo | 0,8 |

La resistenza media alla compressione non dovrà essere inferiore ai 6/10 di quella del granito di S. Fedelino.

b) **La terra stabilizzata** con legante naturale dovrà avere la seguente composizione granulometrica e caratteristiche:

|                                  |          |    |      |
|----------------------------------|----------|----|------|
| passante al setaccio da mm 50,8  | dal 100% | al | 100% |
| passante al setaccio da mm 38,1  | dal 70%  | al | 100% |
| passante al setaccio da mm 25,4  | dal 55%  | al | 85%  |
| passante al setaccio da mm 19,1  | dal 50%  | al | 80%  |
| passante al setaccio da mm 9,52  | dal 40%  | al | 70%  |
| passante al setaccio da mm 4,76  | dal 30%  | al | 60%  |
| passante al setaccio da mm 2,00  | dal 20%  | al | 50%  |
| passante al setaccio da mm 0,42  | dal 10%  | al | 30%  |
| passante al setaccio da mm 0,074 | dal 5%   | al | 15%  |

La percentuale del passante al setaccio da mm. 0,074 dovrà essere superiore alla metà della percentuale passante al setaccio da mm. 0,42.

I materiali componenti la terra stabilizzata dovranno essere privi di terriccio ed altre materie estranee e le loro caratteristiche fisiche dovranno rispondere a quelle di cui alla lettera a) del presente articolo, inoltre l'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 6.

c) **La ghiaia in natura** dovrà essere formata da elementi di diametro gradualmente variabile fra mm. 0,075 e mm. 100, in modo che la massa abbia una minima percentuale di vuoti.

Qualora la ghiaia naturale, ricavata dal greto del fiume, non avesse le caratteristiche richieste, dovrà essere opportunamente corretta con lo scarto degli elementi troppo grossi, ovvero con l'aggiunta di sabbia o ghiaietto, allo scopo di ottenere una buona granulometria.

d) **La sabbia o la polvere di frantoio** potranno essere indifferentemente richieste alla Direzione Lavori.

La sabbia dovrà essere granita, ben lavata e quindi esente da limo, argilla, terriccio ed altre materie estranee.

Dovrà essere formata da elementi di diametro compreso fra mm. 0,075 e mm. 2.

e) **I ciottoli per fondazione** dovranno essere pressoché rotondeggianti (non piatti) con dimensioni comprese fra i cm. 20 e i cm. 30.

Le caratteristiche fisiche saranno quelle indicate per i materiali di cui alla lettera a).

f) **Il pietrischetto e la graniglia** dovranno avere dimensioni comprese fra mm. 3/6 - 4/8 - 8/15 a seconda della richiesta della Direzione Lavori.

Le caratteristiche fisiche saranno quelle indicate alla lettera a).

Il materiale dovrà essere di qualità e composizione uniforme, pulito e praticamente esente da limo, argilla, terriccio ed altre materie estranee.

I singoli elementi dovranno avere forma approssimativamente poliedrica con spigoli vivi e non dovranno essere lamellari e troppo allungati.

g) **Le pietre naturali** da impiegare per qualsiasi lavoro non dovranno essere gelive né igroscopiche o porose, non dovranno in conseguenza assorbire acqua per capillarità né disgregarsi sotto l'azione del gelo.

Le pietre stesse dovranno essere compatte ed omogenee, essere facilmente lavorabili ed avere efficace adesività alle malte. E' vietato, tra l'altro, l'impiego, delle pietre di cappellaccio, scistose, galestrose, argillose, gessose, marnose, calcareo-marnose; è altresì vietato l'impiego di pietre a superficie friabile ed untuosa al tatto.

E' vietato anche l'impiego di pietre comunque disgregabili sotto l'azione dell'acqua e degli agenti atmosferici in genere, delle pietre a struttura lamellare, di quelle erose da movimento entro alvei o provenienti da rocce granulari anche se fortemente cementate. le pietre, prima del loro impiego, dovranno essere accuratamente private da terra od argilla occasionale ed essere comunque poste nelle migliori condizioni per l'uso cui dovranno essere destinate.

La resistenza meccanica delle pietre, quella all'azione disgregatrice causata dal gelo, le proprietà fisiche, ecc..., verranno determinate secondo le prove stabilite dal R.D. 16.11.1939 n. 2232.

#### **Art. 2.7 - BITUMI – BITUMI LIQUIDI – EMULSIONI BITUMINOSE – POLVERI DI ROCCE ASFALTICHE**

a) **Bitume:** per il bitume, il bitume liquido e le emulsioni bituminose dovranno essere osservate le norme contenute nei seguenti fascicoli editi dal C.N.R. - Commissione di studio dei materiali stradali:

n. 2/1951 - Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali.

n. 7/1951 - Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali.

n. 3/1958 - Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali.

Dovrà, altresì, essere rispettata la Norma UNI EN 12591 "Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali".

Le stesse norme valgono per il prelevamento dei campioni.

Il bitume da impiegare per la confezione del conglomerato bituminoso per base, collegamento e usura avrà la penetrazione prescritta dalla D.L. e comunque, di norma 80/100; inoltre dovrà avere indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso tra -0,7 e +0,7.

$$\text{Indice di Penetrazione (I.P.)} = \frac{20 + 330v}{u + 30v}$$

dove u = 0,60206 (temperatura di rammollimento alla prova "palla anello") in C° -

temperatura di 25 C° alla quale si effettua la prova di penetrazione;

dove v = log 800 - log (penetrazione bitume in dmm)

L'impiego dei diversi tipi di bitumi liquidi è specificato all'art.3 del citato fascicolo 7/1957 del C.N.R.

L'emulsione bituminosa dovrà contenere non meno del 55% di bitume puro.

Le norme per l'accettazione delle rocce asfaltiche risultano dal fascicolo n. 6/1956 del C.N.R. "Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali".

b) **L'emulsione bituminosa normale** dovrà contenere almeno il 55% di bitume puro e non più dell'1,5% di emulsivo.

Essa dovrà essere perfettamente omogenea, senza segni di flocculazione o separazione e deve ridursi in tale stato con semplice agitazione di breve durata.

L'emulsione inoltre dovrà essere a rapida rottura ed irreversibile.

Le caratteristiche fisiche alle quali l'emulsione dovrà rispondere per la sua accettazione sono le seguenti:

- per l'omogeneità, il residuo su setaccio di 900 maglie, dopo filtrazione deve essere inferiore allo 0,51%;
- per la stabilità nel tempo, il residuo su setaccio di 900 maglie, dopo filtrazione e riposo per 7 giorni, deve essere inferiore allo 0,1%;

- per la sedimentazione (da provarsi con cc. 250 di emulsione entro un cilindro di vetro del diametro di cm. 3,5) si deve avere un deposito inferiore a mm. 6 dopo 3 giorni ed a mm. 12 dopo 7 giorni di riposo;
- per la stabilità al gelo (da provarsi su gr.100 di emulsione filtrata con setaccio di 900 maglie fatta riposare per ½ ora a 4°C e successivamente filtrata con setaccio di 100 maglie) si deve avere un residuo inferiore allo 0,5%.

La viscosità Engler a 20° C dovrà essere compresa fra 3 e 20.

L'adesione minima al granito di S. Fedelino dovrà essere di 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> per provini asciutti, di 1,25 Kg/cm<sup>2</sup> per provini bagnati ed al marmo statuario di Carrara dovrà essere di 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> per provini asciutti.

Il residuo bituminoso ottenuto con la coagulazione per mezzo del trattamento con alcool etilico deve avere le seguenti caratteristiche:

- |                                 |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| - penetrazione massima a 25°C   | 200 dmm            |
| - duttilità a 25°C              | superiore a cm. 70 |
| - solubilità in CS <sub>2</sub> | superiore al 99%   |
| - punto di rammollimento        | 38°C ÷ 55°C        |
| - punto di rottura              | inferiore a -14° C |

c) **L'emulsione acida** dovrà contenere almeno il 60% di bitume e dovrà essere ottenuta con emulsionati cationici anziché anionici ed avere un pH inferiore a 7.

Sarà ottenuta con bitume leggermente flussato in modo da non presentare fenomeni di cristallizzazione.

d) **Emulsione bituminosa al 69% di bitume del tipo semistabile "Colidrina 69"**, posta in opera a temperature di 80° gradi centigradi.

Caratteristiche:

- |                             |             |            |
|-----------------------------|-------------|------------|
| - Contenuto d'acqua         | NF – 66023  | max. 32%   |
| - Viscosità Engler a 20°C   |             | >15        |
| - Omogeneità a 630 m (%)    |             | <0.1       |
| - Omogeneità a 160 m (%)    |             | <0.25      |
| - Sedimentazione a 5 giorni |             | <5         |
| - Adesività                 |             | >75        |
| - Indice di rottura         |             | 80 - 140   |
| - Carica delle particelle   |             | positiva   |
| - Olio distillante (%)      |             | 1 - 3      |
| - Penetrazione a 25°C       | CNR – 24/71 |            |
|                             | UNI EN 1426 | 100/250    |
| - Palla-anello              | CNR – 35/73 |            |
|                             | UNI EN 1427 | 37°C –42°C |
| - Viscosità a 60°C Ps       |             | 400/700    |
| - Viscosità a 135°C Ps      |             | 1.5/3      |

e) **L'emulsione da impregnazione** dovrà essere un'emulsione speciale di tipo stabile a base di bitume flussato avente caratteristiche fisiche e chimiche tali da consentire il suo impiego a freddo ogni qualvolta si debbano avvolgere e rivestire elementi molto fini, come nei processi di impregnazione delle massicciate in terra e ghiaia o nella stabilizzazione delle terre.

Tale emulsione dovrà risultare, in sede applicativa, effettivamente idonea a penetrare con stabile effetto legante; all'analisi dovranno risultare le seguenti caratteristiche:

- contenuto di bitume e solventi minimo 55%;
- contenuto in acqua (determinato con Xilolo) massimo 45%;



- indice di rottura minore di 0,5%;
- prova di omogeneità (trattenuto al setaccio 0,18 UNI 2331) massimo 0,06%;
- stabilità (prova al setaccio 0,18 UNI 2331 dopo seconda filtrazione ad otto giorni dalla prima) residuo 0,01%;
- viscosità Engler a 20°C, 2,5 - 3.

f) **Emulsione bituminosa elastomerizzata** - Emulsione cationica al 70% prodotta da bitumi modificati con elastomeri SBS - RADIALI (Stirol butadiene Stirol - radiale), tipo ELASTOVAL 70% o EMULREX 70%, posta in opera a temperature di 70°-80° gradi centigradi.

Caratteristiche:

|                            |            |           |
|----------------------------|------------|-----------|
| – Contenuto d'acqua        | CNR 101/84 | max. 30%  |
| – Contenuto di legante     | 100 - a)   | min. 70%  |
| – Contenuto di bitume      | CNR 100/84 | min. 67%  |
| – Contenuto di flussante   | CNR 100/84 | max. 3%   |
| – Demulsività              | ASTM D244  | 50 ÷ 100% |
| – Omogeneità al setaccio   | ASTM D244  | max. 0,2  |
| – Sedimentazione a 5 gg.   |            | max. 5%   |
| – Viscosità Engler a 20° C |            | oltre 20  |
| – pH (grado acidità)       |            | 2 ÷ 4     |

Caratteristiche del bitume estratto (residuo della distillazione CNR 100/84 ASTM D244)

|                               |              |             |
|-------------------------------|--------------|-------------|
| – Penetrazione a 25°C         |              |             |
| 100gr. x 5"                   | CNR 24/71    |             |
|                               | UNI EN 1426  | 50 ÷ 60 dmm |
| – Punto di rammollimento (PA) | CNR 35/73    |             |
|                               | UNI EN 1427  | 65 ÷ 75°C   |
| – Viscosità a 60° C l/s       | 671772a      | 800÷1000 Pa |
| – Viscosità a 80° C l/s       | 671772a      | 80÷130 Pa   |
| – Punto di rottura (Fraas)    | CNR 43/72    |             |
|                               | UNI EN 12593 | -20° C      |

#### **Art. 2.8 - LATERIZI E PIETRE DA RIVESTIMENTO**

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere dovranno corrispondere alle Norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2233, integrate con le Norme di unificazione previste per i vari tipi.

La pietra da rivestimento prevista per il paramento esterno del muro, i gradini della scalinata e del marciapiede è un'arenaria di particolari caratteristiche fisiche e meccaniche.

La grana deve essere fine tutto questo perché in tal maniera la roccia risulta più compatta, cementata e con maggiori resistenze; geologicamente essa deve appartenere alla formazione " *autoctona* " cioè da formazioni che si sono sedimentate nell'area stessa in cui attualmente affiorano.

In particolare la pietra deve avere degli ottimi valori di resistenza alla compressione, alla flessione, all'usura, all'imbibizione ed alla gelività da documentarsi con appropriata certificazione rilasciata da un laboratorio ufficiale.

Indicativamente, ma da verificarsi antecedentemente i lavori, il materiale da utilizzare dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- compressione su provini asciutti: resistenza specifica >150 N/mm<sup>2</sup>.
- assorbimento: < 0.35%.

- determinazione del coefficiente di imbibizione:  $c < 0.008$
- determinazione della porosità:  $< 1.075\%$
- determinazione peso specifico reale:  $\gamma_s = 2.70 \text{ g/cm}^3$ .
- determinazione del peso volume:  $\gamma_v = 2.67 \text{ g/cm}^3$ .
- resistenza all'usura per attrito radente: coefficiente di abrasione 0.60.
- gelività: **assolutamente non gelivo.**

## **Art. 2.9 - MATERIALI METALLICI**

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove, fissate dalle norme di unificazione UNI per i vari tipi di materiale, ferma restando l'applicazione del D.M. attualmente in vigore, relativo alle norme tecniche per le strutture metalliche, che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

Per l'impiego nelle strutture in cemento armato gli acciai in barre tonde lisce dovranno corrispondere ai tipi Fe B 22 K e Fe B 32 K, così come definiti dal punto 2.5.1 della parte I del D.M. in vigore sulle Norme Tecniche C.A.O..

Gli acciai ad aderenza migliorata dovranno corrispondere ai tipi Fe B 38 K e Fe B 44 K di cui al punto 2.5.2 della parte I del D.M. in vigore sulle Norme Tecniche C.A.O..

Gli acciai per le armature di precompressione dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui al punto 2 della parte II del D.M. in vigore sulle Norme Tecniche C.A.O..

## **Art. 2.10 - LEGNAMI**

I legnami, di qualunque essenza, da impiegare in opera stabili o provvisori, dovranno appartenere alle migliori qualità della categoria prescritta e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

## **Art. 2.11 - ALTRI MATERIALI**

### ***Tubi di cemento***

I tubi di cemento non potranno essere impiegati per il convogliamento di acque nere, anche se miste ad acque bianche.

I tubi di cemento dovranno essere formati con un impasto di conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, dosato a 350 Kg. di cemento per metro cubo di idoneo miscuglio secco di materia inerte.

I tubi dovranno essere ben stagionati, rettilinei, a sezione interna perfettamente circolare, di spessore uniforme e senza screpolature. Le superfici interne ed esterne dovranno essere perfettamente lisce.

Tutta la superficie di innesto dei tubi, sia nella parte a maschio che in quella a femmina, dovrà risultare perfettamente integra: la lunghezza dell'innesto dei tubi dovrà essere almeno uguale allo spessore dei tubi stessi.

La frattura dei tubi di cemento dovrà presentarsi compatta e senza soluzioni di continuità.

Il conglomerato dovrà essere così intimamente mescolato che gli elementi del ghiaietto o del pietrischetto dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

### ***Tubazioni in p.v.c.***

I manufatti dovranno essere di tipo rigido (non plastificato) di serie SN4 (tipo 303/1) in barre di qualsiasi lunghezza con giunto a bicchiere ed anello di tenuta elastomerico e con marchio di conformità IIP.

Tali manufatti dovranno essere costruiti nel pieno rispetto delle vigenti normative UNI EN 1401-1 per quanto riguarda i tipi, le dimensioni e le caratteristiche delle condotte e rispondenti alle norme 7448 per quanto riguarda i metodi di prova.

Non sono ammesse altre tipologie di condotte in P.V.C. non espressamente menzionate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto o nell'Elenco prezzi unitari.

### ***Chiusini***

I chiusini dovranno essere in ghisa sferoidale, circolare, secondo le norme UNI 4544 e rispondente alle indicazioni della norma UNI-EN 124 composto da telaio quadrato con guarnizione antirumore in poliestere e coperchio con dispositivo di blocco, luce netta cm 60, superficie metallica antisdrucchiolo, rivestito con vernice bituminosa e predisposti ad accogliere anello di rialzo, con adeguato carico di rottura in relazione alla posizione del manufatto nel contesto del tipo di traffico veicolare.

### ***Condotti circolari prefabbricati in calcestruzzo***

Saranno confezionati con alti dosaggi di cemento pozzolanico o ferrico e vibrati onde ottenere un peso specifico di almeno 2,40 Kg/dmc ed una resistenza alla rottura, per compressione del calcestruzzo, di almeno 300 Kg/cm<sup>2</sup> dopo 28 gg.

Dovranno risultare rettilinei, compatti, levigati, senza fessure e con sezione interna circolare che non presenti apprezzabili deformazioni in modo che in opera ogni condotto possa combaciare perfettamente con il seguente. La differenza fra due diametri ortogonali interni, misurati in corrispondenza del bicchiere, dovrà essere inferiore a 8 mm. Avranno base di appoggio piana e lunghezze di almeno ml. 2,00; dotati di incastro a bicchiere ed anello di tenuta idraulica.

Le tubazioni devono rispondere alle norme DIN 4032 e conformi ai requisiti previsti dalla IV classe di resistenza della normativa CTE/ICITE/CNR. I condotti dovranno resistere alle sollecitazioni trasmesse dai massimi carichi stradali, anche se posati ad una profondità dal piano stradale non superiore a ml. 0,50 (misurato dall'estradosso del manufatto).

La direzione Lavori potrà pertanto richiedere calcoli di progetto e prove di verifica, e che i condotti stessi siano dotati di armatura metallica.

E' richiesta per tali manufatti, come per i pozzetti di raccolta, la prova di assorbimento d'acqua, sia su manufatti già posati in opera sia prelevati a piè d'opera, secondo le modalità seguenti:

- si ricavano pezzi del manufatto con superficie minima di 3 dm<sup>2</sup> e si fanno essiccare in stufa a 105° per 8 ore, lasciandoli poi raffreddare fino a temperatura di 18° ed in ambiente secco;
- dopo una prima pesatura si immergono per 30 minuti in acqua a temperatura ambiente e quindi si pesano;
- l'assorbimento di acqua ricavato per differenza fra le due pesate non dovrà accendere il 3% del peso secco.

## P A R T E    I I I

### MODALITA' DI ESECUZIONE E ORDINE DA TENERSI NELLO SVOLGIMENTO DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

#### **Art. 3.1 - OPERE PROVVISORIALI**

Le armature, centine, puntellature, sbadacchiature, casseri, impalcature, ponteggi e tutte le opere provvisorie di qualunque genere, metalliche od in legname, comunque occorrenti per l'esecuzione di ogni altro genere di lavoro, dovranno essere realizzate in modo da impedire qualsiasi deformazione di esse o delle opere che debbono sostenere: l'esecuzione, gli spostamenti e lo smontaggio delle predette opere dovranno essere effettuati a cura e spese dell'Appaltatore.

Il dimensionamento ed il calcolo statico delle opere provvisorie dovranno risultare da apposito progetto da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore, che dovrà essere consegnato al Direttore dei Lavori prima della esecuzione.

L'Appaltatore, rimane il solo responsabile dei danni alle persone, alle cose, alle proprietà pubbliche e private ed ai lavori per mancanza od insufficienza delle opere provvisorie, alle quali dovrà provvedere di propria iniziativa ed adottando tutte le cautele necessarie.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare i materiali impiegati nelle opere provvisorie, procedendo, sotto la propria responsabilità, al loro disarmo con ogni accorgimento necessario ad evitare qualsiasi deformazione di esse o delle opere che hanno sostenuto.

Quei materiali che per qualunque causa o a giudizio del Direttore dei Lavori non potessero essere tolti d'opera senza menomare la buona riuscita dei lavori o che andassero comunque perduti, dovranno essere abbandonati senza che per questo, se non altrimenti disposto, spetti all'Appaltatore alcun compenso.

#### **Art. 3.2 - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA**

Le stesse norme e responsabilità di cui al precedente articolo valgono per i macchinari, mezzi d'opera, attrezzi e simili, impiegati dall'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori, o comunque esistenti in cantiere.

#### **Art. 3.3 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

E' obbligo dell'Appaltatore accertare con ogni mezzo e con la massima cura, nel loro complesso e nei particolari, la struttura di ogni elemento da demolire, disfare o rimuovere, onde conoscerne con ogni competenza, la natura, lo stato di conservazione, le diverse tecniche costruttive, ecc., e da essere così in grado di affrontare, in ogni stadio dei lavori, tutte quelle evenienze che possono presentarsi nelle demolizioni, disfacimenti e rimozioni adottando di conseguenza e tempestivamente tutti i provvedimenti occorrenti per non alterare all'atto delle demolizioni, disfacimenti o rimozioni quelle particolari condizioni di equilibrio che presentassero le strutture, sia nel loro complesso che nei loro vari elementi.

Sulla base degli accertamenti suddetti, l'Appaltatore determinerà, a suo esclusivo giudizio, la tecnica più opportuna, i mezzi d'opera, i ponteggi e i puntellamenti, l'impiego di personale e la successione dei lavori; pertanto l'Appaltatore esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dalla esecuzione dei lavori di demolizione, disfacimento e rimozione, sia la Stazione appaltante che i propri organi di Direzione, assistenza e sorveglianza.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, per mancanza di puntellamenti o i altra precauzione, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno, a cura e spese dell'Appaltatore (senza alcun compenso) ricostruite le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, devono essere opportunamente scalinati, puliti, trasportati, custoditi ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando le cautele per non danneggiarli sia nel trasporto sia nel loro assestamento per evitarne la dispersione. Essi restano di proprietà della Stazione appaltante, mentre i materiali di scarto dovranno essere trasportati a rifiuto. **Il materiale fresato proveniente dalla demolizione degli strati di pavimentazione in conglomerato bituminoso rimarrà di proprietà dell'Amministrazione Città Metropolitana di Bologna quando la D.L. non intenda disfarsene ai sensi dell'art. 183, lettera p), del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.; il materiale fresato, pertanto, verrà gestito come "sottoprodotto", ai sensi del Sistema di Gestione Integrato della Città Metropolitana di Bologna (PG n. 333633 del 28/09/2009, in atti al fasc. n. 2.1.3/1/2009) o ceduto all'Appaltatore, che**

**dovrà utilizzarlo conformemente alle prescrizioni della vigente normativa ambientale (D.Lgs. n. 152/2006).**

#### **Art. 3.4 - MISURE DI SICUREZZA E PROVVEDIMENTI DI VIABILITÀ CONSEGUENTI AI LAVORI**

L'impresa dovrà provvedere, senza alcun compenso speciale, a tutte le opere di difesa con sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori o dei guasti, in sede stradale, da attuarsi con cavalletti, fanali, nonché con in segnali prescritti dal nuovo Codice della Strada approvato con D.L.vo 30.4.92 n.285 come modificato dal D.L.vo 10.9.93 n.360 e dal relativo Regolamento di attuazione approvato dal D.P.R. 16.12.92 n.495.

Dovrà prima provvedere a tutte le opere provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa dell'impresa, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

Quando le opere di difesa fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione Lavori.

Nei casi di urgenza però, l'impresa ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente di ciò la Direzione dei Lavori.

L'impresa non avrà mai diritto a compensi addizionali ai prezzi di contratto qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori, né potrà far valere titolo di compenso od indennizzo per non concessa chiusura di una strada o tratto di strada al passaggio dei veicoli, restando riservata alla Direzione dei Lavori la facoltà di apprezzamento sulla necessità di chiusura.

Come pure nel caso che Province, Comuni ed altri Enti, a causa dell'aumentato transito in dipendenza dell'esecuzione dei lavori, dovessero richiedere contributi di manutenzione di strade di loro pertinenza, tali oneri saranno a carico dell'impresa.

#### **Art. 3.5 - LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI**

Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi di elenco, ma non specificati o descritti nei precedenti articoli, l'Impresa si atterrà alle migliori regole d'arte e si uniformerà a quelle speciali prescrizioni che le verranno impartite dalla Direzione Lavori.

#### **Art. 3.6 - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

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

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo la facoltà di stabilire l'eseguimento di un determinato lavoro, entro un congruo termine perentorio e di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione delle opere, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Nel caso che il lavoro ordinato non venga ultimato entro il termine assegnato, all'Impresa sarà applicata, per ogni giorno di ritardo, una penale pari a quella stabilita per la ritardata ultimazione dei lavori.

L'Impresa dovrà disporre i lavori in modo da non interrompere il pubblico transito che dovrà svolgersi in regime di sicurezza e dovrà essere guidato con opportuni segnalamenti diurni e notturni. Solamente in casi eccezionali ed unicamente ai fini della sicurezza del pubblico transito, la Stazione Appaltante potrà disporre la temporanea chiusura del transito, limitata comunque allo stretto necessario.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di aprire al transito la viabilità interessata dai lavori anche nel caso che non sia ancora stata eseguita la pavimentazione in conglomerato bituminoso, senza che ciò possa dar diritto all'Appaltatore di avanzare pretese all'infuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, dei ricarichi della fondazione e dello strato di base o delle riprese delle pavimentazioni, che si rendessero necessari in dipendenza solamente dei danni e dell'usura provocati dal transito veicolare e non da difetti strutturali ed esecutivi.

#### **Art. 3.7 - RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE**

L'Appaltatore è responsabile della perfetta rispondenza delle opere e parti di opere alle condizioni contrattuali tutte, nonché alle disposizioni non opposte e contenute negli ordini di servizio, nelle istruzioni e nelle prescrizioni della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà demolire a proprie spese quanto eseguito in difformità delle prescrizioni di cui sopra e sarà tenuto al rifacimento a regola d'arte ed al risarcimento dei danni provocati. L'Appaltante potrà accettare tali opere; in tal caso esse saranno valutate tenendo conto dell'eventuale minor valore, restando obbligato l'Appaltatore a eseguire, senza corrispettivo alcuno, gli eventuali lavori accessori e complementari che gli fossero richiesti per l'accettazione delle opere suddette.

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

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

### **Art. 3.8 - LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA O NELL'INTERESSE DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE**

Qualora l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, anche senza l'opposizione dell'Appaltante o del Direttore dei Lavori, impiegasse materiali di dimensioni eccedenti quelle prescritte, o di lavorazione più accurata, o di maggior pregio rispetto a quanto previsto, e sempre che l'Appaltante accetti le opere così come eseguite, l'Appaltatore medesimo non avrà diritto ad alcun aumento di prezzo o comunque a compensi, quali che siano i vantaggi che possano derivare all'Appaltante, poiché i materiali e le lavorazioni suddette si considereranno come se fossero delle dimensioni, qualità e magistero stabiliti nel contratto.

### **Art. 3.9 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

#### **LAVORI A MISURA**

Le tavole e gli elaborati progettuali indicano nel dettaglio le caratteristiche e le quantità delle opere da realizzarsi nonché la loro ubicazione planoaltimetrica.

Tutte le quantità verranno controllate dalla Direzione Lavori in sede esecutiva per verificarne la corrispondenza con le dimensioni riportate sui disegni esecutivi.

Non sono ammesse variazioni introdotte dall'Impresa a qualsiasi titolo in modifica delle previsioni progettuali e di contratto.

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a misura o a peso, in relazione a quanto previsto nell'elenco descrittivo delle voci relative alle varie categorie di lavoro.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto o dalla D.L., all'atto esecutivo; se dalle misure di controllo, rilevate dagli incaricati, dovessero risultare dimensioni superiori, di questo non si terrà alcun conto salvo il diritto della Stazione Appaltante di pretendere il ridimensionamento delle opere secondo le prescrizioni date. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Impresa potrà essere chiamata a rifacimenti a tutto suo carico.

Le misure saranno prese in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate sugli appositi libretti delle misure che saranno firmati dagli incaricati della D.L. e dell'Impresa.

In sede di controllo la Direzione Lavori disporrà tutti gli assaggi ritenuti necessari per accertare gli effettivi spessori medi dei vari strati costruttivi.

Per quanto riguarda il materiale fornito a piè d'opera il controllo sarà eseguito verificando il peso lordo dell'autocarro e la sua tara sulla pesa automatica o su altra pesa posta in luogo che sarà indicato dalla Direzione Lavori. Le spese di pesatura sono a carico dell'Appaltatore.

La misurazione degli scavi e dei rilevati verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate.

#### **A - SCAVI IN GENERE**

Si valuterà il movimento di terra sulla base delle sezioni di consegna effettuate in contraddittorio con l'Impresa.

Gli scavi di fondazione saranno sempre valutati a pareti verticali, essendo compreso e compensato nel prezzo unitario di elenco ogni onere per qualunque armatura e puntellamento.

L'Impresa per propria comodità potrà, solo se preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori, eseguire detti scavi con pareti a scarpa; in tal caso non sarà compensato il maggiore scavo; inoltre l'Impresa ha l'onere del rinterro, con materiale adatto, dei vuoti rimasti attorno alla fondazione dell'opera.

Se ordinato dalla Direzione Lavori, gli scavi saranno eseguiti, valutati o compensati con pareti a scarpa.

**Scavi di sbancamento**

Il volume dello scavo di sbancamento sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, che verranno rilevate in contraddittorio con l'Appaltatore.

Nel caso in cui lo scavo di sbancamento (di larghezza superiore a ml. 3,00) sia effettuato per l'esecuzione di manufatti in c.a. la larghezza riconosciuta dello scavo è quella massima del manufatto da costruire aumentata, per ogni lato, di 1 (uno) metro.

Non sarà tenuto conto delle frane provocate da qualsiasi causa.

Il prezzo comprende inoltre l'onere per tagli di piante, estirpazione di ceppaie, raccolta e deviazione di acque di qualsiasi provenienza, creazione di piste di accesso.

Il materiale scavato sarà adoperato per i rinterri o portato rilevato nell'ambito del cantiere, compreso la stesa, la compattazione profilatura delle scarpate per le quantità necessarie, il resto verrà portato a discarica.

**Scavi di fondazione (a sezione obbligata)**

Il volume dello scavo verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate che verranno rilevate in contraddittorio con l'Appaltatore.

La larghezza riconosciuta dello scavo per le opere di fognatura è quella massima del manufatto da costruire, stabilendo un minimo assoluto di ml 0,80.

Non sarà tenuto conto delle frane provocate da qualsiasi causa, che non fosse di forza maggiore riconosciuta. Per i manufatti con larghezza variabile verrà considerata ai fini del computo dello scavo, la massima proiezione del piano orizzontale.

Non saranno computati tutti i lavori occorrenti per rimuovere i materiali franati, l'eventuale loro trasporto ed il rinterro del maggior scavo con materiali adatti e, se occorre e a giudizio della D.L., con conglomerato di cemento.

Anche nel caso in cui gli scavi richiedano l'uso di attrezzature quali pannelloni metallici, palancole etc., i cui oneri risultano comunque già compresi nei prezzi d'elenco, verrà in ogni caso contabilizzata la larghezza massima del manufatto da costruire.

Nel caso dei prefabbricati per gli impianti di sollevamento la larghezza riconosciuta dello scavo è quella massima del manufatto da costruire aumentata per ogni lato di mezzo metro.

La larghezza riconosciuta dello scavo deve essere sempre intesa come "Larghezza Convenzionale" indipendentemente dalla larghezza effettiva che l'Impresa potrà eseguire in relazione al tipo di terreno, alle attrezzature disponibili e a tutto quanto dovrà comunque mettere in atto per la esecuzione delle opere a regola d'arte e per garantire l'incolumità degli operai.

Nel prezzo sono compresi inoltre:

- tagli di piante, estirpazione di ceppaie, radici, etc.;
- tagli e scavi con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, in presenza di acque di qualsiasi consistenza e natura;
- aggotamenti, con qualsiasi mezzo, raccolta e smaltimento di tutte le acque di qualsiasi provenienza;
- la creazione di piste o strade di servizio per eseguire i lavori;
- l'onere per deviazioni provvisorie, per la creazione di ture provvisionali, diaframmi, ecc.;
- il trasporto in discarica dei materiali non riutilizzabili o sistemabili in sito;
- il rinterro dello scavo dopo l'esecuzione delle opere con il materiale proveniente dallo scavo, per le parti che verranno ordinate dal D.L.
- La stesa, compattazione e la profilatura delle scarpate del materiale portato in rilevato nell'ambito del cantiere .

La ricavatura, spacciamatura e risagomatura di corsi d'acqua e fossi etc., verrà contabilizzata con il corrispondente prezzo di elenco determinandosi il volume di scavo con il metodo delle sezioni ragguagliate.

**B – RILEVATI E SOVRASTRUTTURE**

Per i rilevati costituiti con materie provenienti dagli scavi o da cave di prestito, si valuterà il movimento di terra compreso tra i fili esterni di dette strutture, incluso il volume costituito dal rivestimento delle scarpate in terreno vegetale, in quanto onere dell'impresa, e avente come altezze le differenze fra il piano finito del rilevato stesso ed il piano di appoggio stesso sotto il carico del rilevato. La misurazione verrà pertanto effettuata ad assestamenti completamente avvenuti. A detti volumi si applicheranno i compensi previsti all'elenco prezzi.

Per i rilevati costituiti con materiali sabbiosi - limosi, provenienti da determinate cave di prestito, la valutazione del movimento di terra verrà effettuata come al punto precedente; a detto volume si applicherà il compenso previsto all'elenco prezzi per la formazione del rilevato con detto materiale.

Per i rilevati e per le sovrastrutture costituiti con materiale arido, si valuterà il quantitativo di materiale compreso fra i fili esterni di dette strutture ed avente come altezze le differenze tra i relativi piani finiti ed il piano di appoggio o di sottofondo; Anche in questo caso non si terrà conto dell'eventuale cedimento del piano d'appoggio o di sottofondo comunque determinatosi ed a qualsiasi causa imputabile.

Il materiale granulare per la costituzione dello strato di base potrà essere valutato come al punto precedente ed anche con misurazione su autocarri in arrivo; in questo caso le relative quantità saranno riportate su bollette di consegna controfirmate dagli incaricati della Direzione Lavori e dall'Appaltatore; nel prezzo relativo è compreso l'onere per il rivestimento di cui al punto precedente.

### **C – PALI DI FONDAZIONE**

La lunghezza per i pali comunque costruiti in opera o per i pali trivellati, ai fini della valutazione, sarà quella determinata dalla quota di sottoplinta o sottotrave alla quota di massima infissione del tubo-forma (senza tenere conto cioè della maggiore profondità di avanzamento per la formazione del bulbo).

Per i pali preconfezionati e battuti, la lunghezza sarà quella determinata dalla quota di sottoplinta o sottotrave alla quota di massima infissione del palo, maggiorata del tratto di palo occorrente per il collegamento alla struttura di fondazione, fino ad un massimo di cm. 50.

Per i pali costruiti, invece senza tubo-forma la lunghezza sarà quella determinata dalla quota di sottoplinta o sottotrave alla quota di massimo approfondimento della benna di escavazione.

L'onere dell'eventuale foratura a vuoto del terreno è compreso e compensato nei prezzi relativi a detti pali.

### **D – MURATURE IN GENERE**

Tutte le murature, in genere salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume ed a superficie, secondo la loro categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi gli intonaci, nonché i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere pagati con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi di tutte le opere, tanto in fondazione quanto in elevazione, in muratura, si intenderà sempre compresa ogni qualunque spesa per le impalcature ed i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento e scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso e volume, e per tutte le manovre diverse occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature, nonché per le murature in elevazione, il paramento di faccia a vista, del tipo indicato nel relativo prezzo di elenco della muratura, sempreché questo non sia previsto con pagamento separato.

Nei prezzi della misura di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compensato il rinzafo delle facce visibili dei muri.

Tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono poi essere caricati da terrapieni è pure compresa la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte nei muri per lo scolo delle acque e delle immorsature, e la costruzione di tutti gli incassi per la posa in opera della pietra da taglio.

Qualunque sia l'incurvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbono costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nelle categorie delle volte e saranno valutate coi prezzi delle murature rette senza alcun compenso.

Le murature rette o curve in pietrame saranno quindi pagate a metro cubo coi prezzi di elenco stabiliti per i vari tipi e strutture e provenienza dei materiali impiegati. (Nel relativo prezzo di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri di cui al precedente punto).



Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il volume effettivo, e col prezzo di elenco.

### **E – PARAMENTI A FACCIA VISTA**

Il prezzo stabilito in elenco per la lavorazione di facce viste, che sia da pagare separatamente dalle murature, sarà applicabile, qualunque sia la qualità o la provenienza del pietrame per il rivestimento, anche se, per ordine della Direzione Lavori, tale quantità e provenienza fossero per risultare diverse da quelle dei materiali impiegati per la costruzione della muratura interna.

Tali prezzi comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento.

### **F – CONGLOMERATI CEMENTIZI ARMATI**

I conglomerati per fondazioni, murature, volti, ecc. ed i cementi armati, costruiti di getto in opera, saranno pagati a metro cubo di conglomerato, escluso il ferro da impiegare per i cementi armati, che verrà pagato a parte a peso, e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile o preventivamente ordinata dalla D.L., dipendente dalla forma degli scavi aperti e da modo di esecuzione dei lavori e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli che avessero il cateto della loro sezione trasversale inferiore o al più uguale a cm. 10.

Nei prezzi dei conglomerati e cementi armati, sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del conglomerato, le armature in legno e di pannelli in ferro di ogni sorta, grandi e piccole, i palchi provvisori di servizio, i ponteggi, ecc..., l'innalzamento dei materiali e quant'altro occorrente per dare l'opera finita a regola d'arte.

Nei prezzi sono altresì comprese le eventuali spese che derivassero dall'Appaltatore dalla esecuzione di prove preventive di controllo per l'accertamento delle qualità delle materie prime e delle caratteristiche fisico - meccaniche del conglomerato confezionato.

### **G – ACCIAI PER OPERE IN C.A.**

Il peso dell'acciaio tondo liscio o ad aderenza migliorata per l'armatura del conglomerato, verrà determinato mediante peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non ordinate. Il peso dell'acciaio verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature ed uncinate) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle unificate U.N.I. o per quello determinato con pesatura diretta.

Col prezzo fissato, l'acciaio sarà fornito e dato in opera nelle casseforme dopo avere subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

### **H – MANUFATTI IN FERRO – PARAPETTI IN FERRO TUBOLARE**

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi applicati al peso effettivamente determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali U.N.I.. I prezzi comprendono pure la posa in opera, l'esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione e la verniciatura a quattro mani, di cui le prime due di antiruggine e le due successive di biacca ad olio, od altra vernice precisata nell'elenco prezzi.

### **I – TUBI IN CEMENTO**

I tubi in cemento saranno pagati a metro lineare e nel prezzo di elenco sarà incluso lo scavo, il massetto di fondazione, la fornitura e posa in opera dei tubi, la sigillatura dei giunti, il rinfiacco quale indicato nei disegni tipo.

### **L – STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di base, collegamento (Binder) o per il tappeto di usura, verranno valutati con misurazione su autocarro in arrivo e le relative quantità saranno riportate su bollette di consegna controfirmate dalla D.L. e dall'Appaltatore.

In tali prezzi sono compresi tutti gli oneri per la fornitura del materiale bituminoso composto secondo le formule prescritte dalla D.L., la fornitura e la stesa del legante per ancoraggio quando prescritto, il nolo dei macchinari per il trasporto, la stesa ed il costipamento, la mano d'opera, l'attrezzatura e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

**M - FOGNATURE IN P.V.C.**

I condotti di fognatura in P.V.C. verranno pagati per la loro lunghezza andante, senza detrarre gli ingombri dei pozzetti di ispezione quando il condotto di fognatura ha la sua continuità in corrispondenza del pozzetto.

Nel prezzo sono comprese le seguenti categorie di lavoro:

- fornitura e posa in opera dei manufatti prefabbricati;
- la sabbia di sottofondo, rinfiando e copertura secondo gli spessori di progetto;
- le guarnizioni in gomma per l'assemblaggio dei manufatti stessi;
- i pezzi speciali che si rendessero necessari;
- il lamierino per l'esecuzione dei tratti in curva;
- la sagomatura del fondo del pozzetto d'ispezione, quando è prevista la posa del mezzo tubo.

**N - POZZETTI D'ISPEZIONE - CHIUSINI**

I pozzetti di ispezione delle varie dimensioni previste in progetto, saranno contabilizzati a ml di altezza, precisando che le misurazioni avranno come estremi da una parte il piano individuato alla base d'appoggio del chiusino in ghisa o l'estradosso della soletta di riduzione, dall'altra la quota della tubazione in uscita dal manufatto.

Il prezzo comprende :

- il maggiore scavo e riempimento con materiale arido (sabbia e misto granulometrico arido di cava) fino al piano di posa del conglomerato bituminoso (binder), se eseguito su strada, con terreno proveniente dagli scavi se eseguito in campagna, rispetto alla sezione di scavo delle fognature;
- le eventuali giunture-sigillature in malta antiritiro o l'incollaggio con colle epossidiche;
- la platea di appoggio del pozzetto in calcestruzzo dello spessore minimo di cm 15;
- l'onere per l'innesto nel pozzetto stesso di tutti i condotti in arrivo e partenza previsti dal progetto;
- la verniciatura con prodotti epossicatrarnosi per gli spessori di progetto;
- tutta l'armatura in ferro necessaria a far fronte ai carichi e sovraccarichi di esercizio;
- la eventuale sagomatura del fondo dei pozzetti di ispezione, quando è previsto il mezzotubo.

I chiusini saranno contabilizzati a numero precisando che il prezzo di elenco comprende oltretutto la fornitura e posa in opera dei chiusini anche l'esecuzione se necessario dell'anello di cls circostante, o l'esecuzione completa della soletta di riduzione in C.A., nonché i conseguenti allettamenti o sigillature in malta cementizia.

**O – BARRIERE DI SICUREZZA**

Le opere di sicurezza sono costituite dai sicurvia metallici da porre in opera sulle banchine in terra, sui cordoli di ponti e viadotti, dai parapetti sia semplici che del tipo a protezione della linea ferroviaria. Le misurazioni verranno effettuate a metro lineare comprensive dei pezzi terminali.

Per quanto riguarda le altre lavorazioni previste nel presente progetto (es.: segnaletica orizzontale, segnaletica verticale, ecc...), si rimanda a quanto riportato nei singoli articoli di riferimento all'interno del Capitolato e nell'Elenco Prezzi Unitari.

## **CAPO A - SCAVI, RILEVATI, FONDAZIONI E PAVIMENTAZIONI STRADALI**

### **Art. A.1 - SCAVI – RILEVATI - RINTERRI**

L'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sua cura e spese la picchettazione completa del lavoro in modo che risultino precisamente indicate sul terreno le opere da eseguire.

L'Appaltatore dovrà altresì sistemare le modine necessarie a determinare l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati.

L'asse della strada seguirà l'andamento plano-altimetrico di progetto, fatta comunque eccezione per le variazioni che all'atto esecutivo venissero disposte dalla Direzione Lavori.

#### **Scavi in genere**

Nell'esecuzione di qualsiasi categoria di scavo, sia per l'apertura di sedi stradali e fossi che per l'impianto di opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere con tutte le necessarie cautele e con il rispetto delle norme di cui agli artt. da 12 a 15 del D.P.R. 7.1.1956 n. 164.

Per gli scavi in sotterraneo dovranno essere rispettate anche le norme del D.P.R. 20.3.1956 n. 320.

E' rigorosamente e tassativamente vietato eseguire gli scavi con sistemi che possano provocare il franamento o lo scoscendimento delle materie da scavare.

Nell'esecuzione degli scavi dovranno essere attuate tutte le cautele atte a prevenire ed evitare scoscendimenti e frane.

L'Appaltatore sarà responsabile di ogni danno alle persone, alle cose ed alle opere in dipendenza di franamenti e scoscendimenti anche se avvenuti nonostante le precauzioni adottate, e dovrà provvedere a sua cura e spese alla rimozione e all'allontanamento dal cantiere delle materie franate, restando obbligato al risarcimento degli eventuali danni.

Tutti gli scavi dovranno essere eseguiti in conformità alle indicazioni dei disegni ed alle prescrizioni della D.L..

Le superfici dei tagli dovranno essere spianate e gli spigoli dovranno essere profilati.

Rimane a carico dell'Appaltatore il riempimento con pietre o con muratura o con terra pilonata (secondo quanto disporrà il Direttore dei Lavori) delle parti di scavo che risultassero eseguite in eccedenza agli ordini ricevuti, senza che ciò dia diritto ad alcun compenso nè per lo scavo nè per il riempimento.

Le materie provenienti dagli scavi non potranno essere impiegate per la formazione di riporti ove la D.L. non le giudicasse adatte; tali materie, e quelle che comunque non trovassero impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto ai pubblici scarichi, oppure su aree che l'Appaltatore ha obbligo di procurarsi a sua cura e spese.

Se l'area di cantiere disponibile si dimostrasse insufficiente per il temporaneo deposito delle materie da reimpiegare, l'Appaltatore dovrà procurarsi a sua cura e spese le aree maggiori occorrenti. In ogni caso le materie depositate non dovranno arrecare danno ai lavori e alle proprietà pubbliche o private, nè dovranno essere di ostacolo al libero deflusso delle acque superficiali.

Le materie depositate in contrasto con le precedenti disposizioni saranno fatte asportare dalla D.L. completamente a spese dell'Appaltatore, restando questi responsabile degli eventuali danni arrecati.

Gli oneri della rimozione delle materie da reimpiegare e del doppio trasporto restano comunque a completo carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad ogni opera occorrente per la deviazione ed il convogliamento delle acque superficiali di qualsiasi natura e provenienza, onde evitare che si riversino nei cavi o che arrechino comunque danni agli scavi ed ai movimenti di materie in genere.

L'uso degli esplosivi nell'esecuzione degli scavi di sbancamento e di fondazione, è di norma vietato; qualora venisse consentito dalla D.L., l'Appaltatore sarà tenuto ad osservare le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore, ottenendo, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle Autorità competenti a rilasciarle. L'Appaltatore sarà obbligato ad adottare tutte le precauzioni prescritte dalla Legge o suggerite dall'esperienza e dalle particolari condizioni in cui si svolge il lavoro, così da evitare danni alle persone ed alle cose, restando l'unico responsabile per ogni danno che dovesse verificarsi anche senza sua colpa o negligenza.

Qualora per l'incoerenza delle materie, oppure per la profondità e l'altezza degli scavi, o quando lo scavo debba essere effettuato al di sotto dell'acqua sorgiva od in qualunque modo sia soggetto a riempirsi d'acqua, ed ogni volta che occorra, gli scavi, sia di sbancamento che di fondazione, dovranno essere, a cura e spese dell'Impresa, solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo le persone e le cose e da impedire smottamenti di materie durante e dopo l'esecuzione degli scavi.

Qualora necessaria, la sbadacchiatura dovrà essere eseguita a cassa chiusa così da raggiungere completamente lo scopo cui è destinata e da proteggere l'opera da eseguire entro lo scavo da infiltrazioni di materie di qualsiasi genere.

Saranno pure a carico dell'Impresa tutti gli oneri per l'aggottamento delle acque anche con l'impiego di pompe di qualsiasi tipo onde mantenere gli scavi all'asciutto e poter consentire lo sviluppo delle opere a regola d'arte ed il rinterro delle murature.

Con l'espressione **scavi di sbancamento** si intende indicare quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale ed aperti lateralmente almeno per una parte.

Con l'espressione **scavi di fondazione** si intende indicare quelli che risultano al di sotto del piano di sbancamento, chiusi fra pareti verticali, qualunque sia la natura e qualità del terreno. Gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità indicata dalla D.L. all'Appaltatore all'atto della loro esecuzione in relazione alla accertata qualità e consistenza del terreno nel sottosuolo.

Le profondità indicate nei disegni di progetto sono di semplice avviso, riservandosi la Stazione appaltante piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o avanzare domande di speciali compensi.

I piani di posa delle fondazioni dovranno essere generalmente orizzontali; per opere che cadessero sopra falde inclinate saranno invece disposte a gradoni, così come disporrà la D.L..

L'Appaltatore non potrà mai accampare pretese e diritti o compensi per eventuali ritardi o sospensioni o di lavori che si rendessero necessari per eseguire accertamenti, saggi, trivellazioni, prove di carico, ecc. ed eventualmente per completare il progetto delle opere di fondazione, restando convenuto che tali sospensioni rientrano tra quelle previste nel secondo comma dell'art. 24 del Capitolato Generale d'appalto dei lavori pubblici.

Con i prezzi d'elenco relativi agli scavi si intende compensato ogni onere per:

- il taglio di piante ed alberi, l'estirpazione di ceppaie e radici;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo, qualunque siano la profondità o l'altezza, la larghezza, la forma e la superficie, delle materie di ogni consistenza (asciutte, bagnate, o in presenza d'acqua); la spaccatura di massi, trovanti e murature o di altro materiale che si trovasse in qualunque misura negli scavi;
- l'aggottamento delle acque con qualsiasi sistema e mezzo; la deviazione ed il convogliamento delle acque superficiali;
- la regolarizzazione, la profilatura e l'incigliatura delle scarpate e delle pareti; lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni;
- i movimenti verticali ed orizzontali, con i mezzi che l'Appaltatore riterrà più opportuni e di sua convenienza, delle materie scavate; il carico, il trasporto e lo scarico a rifiuto, a rinterro, a rilevato, a formazione di banchine, a rivestimento di scarpate o in deposito delle materie stesse e la loro sistemazione, qualunque sia la distanza e l'altezza cui dovranno essere trasportate;
- ogni indennità di passaggio, di deposito temporaneo e permanente, le rampe per l'accesso e per l'uscita dei veicoli e dei macchinari;
- le puntellature, le sbadacchiature, e l'armatura delle pareti tagliate e la loro eventuale perdita parziale o totale;
- i provvedimenti per prevenire ed impedire scoscendimenti; allo sgombero delle materie franate ed al ripristino delle sezioni originarie dovrà provvedere l'Appaltatore a sue spese;
- l'isolamento e tutte le opere necessarie per il sostegno, la conservazione ed il rispetto delle condutture di ogni genere che dagli scavi venissero messe in luce.

### **Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati o per qualsiasi opera di rinterro dovranno essere impiegate, di regola, le materie provenienti dagli scavi se ritenute idonee dalla D.L.; qualora venissero a mancare in tutto o in parte le materie per la formazione dei rilevati o per i rinterri in genere, l'Appaltatore dovrà provvedere alle materie necessarie prelevandole ovunque crederà opportuno, purché le materie stesse siano riconosciute idonee dalla D.L..

Se non specificatamente previsto all'elenco prezzi, nessun compenso spetterà all'Appaltatore per la fornitura totale e parziale da cave di prestito delle materie occorrenti per la formazione dei rilevati o dei rinterri in genere.

I rilevati dovranno essere eseguiti a strati orizzontali dell'altezza massima di 30 cm. in soffice, estesi a tutta l'ampiezza dei rilevati stessi, rompendo le eventuali zolle di terra ed espurgandola da erbe, canne, radice, ecc., bagnando, e assodando e pilonando, usando una particolare diligenza nelle parti addossati alle murature.

Il suolo sul quale dovranno essere formati i rilevati dovrà essere convenientemente preparato estirpando le piante ed i cespugli, spogliandolo da erbe e radici ed effettuando il taglio d'imposta non inferiore a 20 cm..

Qualora i rilevati insistano sopra terreni a declivio trasversale superiore a 15%, dovrà essere ritagliato il terreno stesso a gradoni orizzontali con leggera contropendenza, per impedire lo scorrimento delle materie di riporto.

Nei casi in cui il rilevato fosse composto di materie ghiaiose, o sabbiose, o sabbiose-limose, le sue scarpate dovranno essere rivestite con uno strato di terra vegetale dello spessore di 75 cm.

Per la formazione dei rilevati in genere verranno fissati in elenco i prezzi relativi, a compenso di tutti gli oneri conseguenti la costruzione del rilevato stesso:

☞ per i rilevati costituiti con materiali provenienti dagli scavi o da cave di prestito aperte a cura e spese dell'Impresa (a meno che all'elenco prezzi non sia previsto uno speciale compenso), il prezzo relativo sarà a compenso dei seguenti oneri:

- il taglio di piante ed alberi, l'estirpazione di ceppaie e radici ed il successivo tamponamento dei cavi;
  - il dissodamento e la regolarizzazione del suolo e l'eventuale formazione di gradoni;
  - il costipamento del terreno di appoggio con idonei mezzi meccanici in relazione alla natura del terreno stesso ed all'altezza del rilevato e della sovrastruttura; l'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; ne caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà lasciare asciugare all'aria previa disgregazione.
- Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in Laboratorio, si dovrà provvedere a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento;
- l'allontanamento dal cantiere di tutte le materie di risulta conseguenti le precedenti operazioni preliminari;
  - la formazione del rilevato a strati orizzontali dello spessore in soffice non superiore a cm. 30 ed il costipamento meccanico degli strati stessi con mezzi adeguati, in modo da raggiungere i gradi di costipamento previsti;
  - la regolarizzazione, la profilatura e l'inciagliatura delle scarpate e l'inerbimento delle stesse con idonea seminazione;
  - ogni indennità di cava, di passaggio, di deposito permanente o temporaneo; l'apertura di strade di servizio su aree sia private che pubbliche;
  - le eventuali sospensioni o comunque gli oneri connessi all'accertamento della presenza di eventuali ordigni bellici nelle aree interessate, siano esse quelle di cava che di imposta dei rilevati stessi;
  - tutti i mezzi d'opera necessari sia per la preparazione del fondo che per la costituzione del rilevato a regola d'arte quali apripista, livellatrici, pale, autobotti, rulli gommati, rulli a punte, rulli lisci vibranti e statici, ecc..;
  - i provvedimenti per impedire e prevenire scoscendimenti; allo sgombero delle materie franate ed al ripristino delle sezioni originarie dovrà provvedere l'Appaltatore a sue spese;

- gli assestamenti e i cedimenti del terreno d'appoggio del rilevato stesso, di qualunque entità essi siano, ed i necessari ricarichi conseguenti agli assestamenti e cedimenti medesimi; a tale riguardo è fatto obbligo all'Appaltatore, restando escluso qualsiasi ulteriore compenso, di eseguire e perfezionare i rilevati portando dapprima l'altezza di essi ad un livello alquanto maggiore di quello indicato nei profili, tenendo conto del calo prevedibile a cui le materie stesse possono andare soggette ed assegnando ai medesimi una larghezza maggiore rispetto a quella che dovranno avere a lavoro finito, ritagliandone quindi le scarpe e profilando i lembi dopo che le materie si saranno sufficientemente rassodate ed in modo che i rilevati abbiano all'atto del collaudo dimensioni non inferiori a quelle ordinate;
- le prove in sito e gli esami di laboratorio atti ad accertare la natura e le capacità portanti del terreno d'appoggio e lo studio dei cedimenti nel tempo al fine di poter prevedere con attendibilità l'assestamento del rilevato e di poter assegnare le maggiori dimensioni di cui al punto precedente ed eventualmente di adottare tutti i provvedimenti esecutivi atti a garantire la buona riuscita dei lavori;
- le prove in sito e di laboratorio per accertare il grado di addensamento delle materie costituenti il rilevato stesso;
- la posa in opera di piastre con traguardi, nel numero e nella posizione che verranno fissati dalla D.L., per controllare il progredire degli eventuali cedimenti del piano d'appoggio e l'assestamento del rilevato;
- le eventuali sospensioni o soste di lavorazione per conseguire il completo assestamento del rilevato per periodi anche prolungati ed eccedenti i limiti previsti dalle norme vigenti, senza che l'Appaltatore possa trarne motivo per chiedere compensi o indennizzi di sorta;
- saranno invece compensati a parte, con il prezzo per scavo di sbancamento, lo scoticamento del suolo fino alla profondità stabilita dalla D.L., nonché le eventuali gradonature se ordinate per un efficiente ancoraggio dei rilevati.

Ω ① per i rilevati costituiti con materiali ghiaiosi, sabbiosi o sabbiosi-limosi il prezzo relativo compenserà oltre a tutti gli oneri di cui al punto a) anche i seguenti:

- la fornitura del materiale delle caratteristiche previste;
- le indennità di cava;
- gli impianti di escavazione, il caricamento sui mezzi di trasporto, i trasporti a qualsiasi distanza su strade di qualunque natura, accessibilità e percorribilità (anche private e campestri);
- la costruzione di vie d'accesso, di rampe, di piazzole di scambio con relativi interventi manutentori;
- le prove di laboratorio per accertare le caratteristiche delle terre secondo la Norma UNI 10006;
- il rivestimento del rilevato o della fondazione stradale con uno strato di terreno vegetale dello spessore di cm. 75 debitamente sistemato, costipato e profilato;
- l'inerbimento delle scarpate con seminagione anche ripetuta. Saranno compensati a parte lo scoticamento del suolo e le eventuali gradonature, come al precedente punto a).

Ⓜ ① per i rilevati costituiti come ai precedenti punti a), b) i materiali da impiegare dovranno quanto meno avere le caratteristiche delle terre di cui al gruppo. A<sub>2-4</sub> con IG=0 secondo la classificazione della norma UNI 10006.

Per i rilevati da addossare a strutture murarie, in particolare a spalle di ponti e viadotti, sarà a carico dell'Impresa anche l'onere del precarico del terreno di imposta dell'opera muraria; spetterà quindi all'Impresa il compenso per il maggior rilevato da effettuarsi con le dimensioni richieste per il precarico per il terreno d'imposta delle strutture murarie.

Nel caso, invece, in cui sia prevista in progetto la costituzione di fornicì nel corpo di rilevati per rampe d'accesso a manufatti, l'Appaltatore dovrà operare nel modo seguente:

- α) costruzione dell'intero rilevato;
- β) taglio del rilevato, ad assestamento del terreno d'appoggio completamente avvenuto per l'impostazione dei fornicì;
- χ) costruzione dei fornicì;
- δ) rinterro dei medesimi.

All'Appaltatore faranno carico tutti gli oneri conseguenti le varie operazioni esecutive e non gli spetterà se non la corresponsione, ai prezzi d'elenco, del costo del rilevato da valutarsi a "vuoto per pieno" cioè senza detrazione dei vani occupati dai fornici.

## **Art. A.2 - SOVRASTRUTTURA STRADALE**

La sovrastruttura stradale comprende gli strati della fondazione e gli strati della pavimentazione. Sulla base dei calcoli strutturali effettuati dal Progettista, lo strato di fondazione, realizzato con materiale legato con emulsione bituminosa modificata o con bitume schiumato, potrà sostituire lo strato di base in conglomerato bituminoso prodotto a caldo in impianto. I materiali utilizzati dovranno essere sottoposti ad un controllo prestazionale delle caratteristiche.

Per le sedi unidirezionali delle carreggiate, nei tratti in rettilineo, ed anche per le banchine, si adotterà, in termini generali, una pendenza trasversale del 2,5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che il Progettista stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tratti di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Le quote stabilite in progetto potranno essere comunque modificate dalla Direzione Lavori sulla base delle misurazioni e delle valutazioni effettuate in fase esecutiva.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto dal progetto, in base ai risultati di indagini geotecniche e prove di laboratorio preliminari e in fase di intervento.

L'Impresa indicherà alla Direzione Lavori le caratteristiche dei materiali e la loro provenienza nonché le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli delle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, per il controllo delle caratteristiche richieste. Tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere fissi, mobili o nelle sedi di laboratori sopradetti.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno, in generale, rispondere a quanto stabilito in norme o regolamenti ufficiali in vigore in materia di costruzioni ed, in ogni caso, prima della loro posa in opera, dovranno essere riconosciuti come idonei dalla Direzione Lavori. Nonostante ciò, l'impresa rimane *in toto* responsabile della buona riuscita delle opere, infatti, l'approvazione della Direzione Lavori circa i materiali, le attrezzature, le tecnologie di produzione e messa in opera, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza, nell'omogeneità e nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura posta in opera.

## **PREMESSA**

Le presenti norme tecniche sono state predisposte per indagare prevalentemente le caratteristiche prestazionali dei materiali costituenti il pacchetto stradale, ovvero quelle caratteristiche che sono direttamente responsabili del comportamento atteso della pavimentazione in opera. Tutti i materiali di impiego dovranno essere conformi alle vigenti normative in tema di costruzioni di strade nonché di marcatura CE secondo le norme europee armonizzate.

Per i conglomerati bituminosi, si auspica la produzione di marchi CE in conformità con l'approccio fondamentale piuttosto che con quello empirico poiché meglio identifica le proprietà dei materiali basandosi sulle loro prestazioni.

La DL ha, comunque, facoltà di richiedere l'integrazione degli studi delle miscele proposti con prove prestazionali; ciò, da un lato ha lo scopo di comprendere compiutamente la risposta dei materiali alle sollecitazioni di tipo dinamico simili a quelle a cui sono sottoposti in opera, e, dall'altro, di assecondare la disposizione delle norme europee armonizzate che prescrivono il favoreggiamento di un maggior uso di tali requisiti.

Particolare attenzione sarà posta dalla DL agli studi di mix design proposti dalle Imprese i cui requisiti dichiarati saranno strettamente controllati e verificati sia per quanto concerne i valori compositivi sia per le caratteristiche meccaniche.

**Art. A.3 - STRATI DI FONDAZIONE E STRATI DI SOTTOBASE**

Nella tabella seguente sono riportati i materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale specificati nelle presenti Norme tecniche:

| TIPOLOGIE DEI MATERIALI UTILIZZATI PER LA FONDAZIONE STRADALE |        |     |        |   |  |   |  |  |  |
|---|--------|-----|--------|---|--|---|--|--|--|
| DESCRIZIONE   |        |     |        | TIPO  |  | MATERIALI   |  |  |  |
| MISTO GRANULARE   |        |     |        | NON LEGATA  |  | Aggregati lapidei naturali e riciclati  |  |  |  |
| TERRENO TRATTATO A CALCE                                      |        |     |        | LEGATA  |  | Terreno fine plastico con caratteristiche A6 A7/6 o ghiaie argillose di caratteristica A2/6 A2/7 e calce                              |  |  |  |
| TERRENO TRATTATO A CALCE E CEMENTO                            |        |     |        | LEGATA  |  | Terreno fine plastico con caratteristiche A6 A7/6, ghiaie argillose di caratteristica A2/6 A2/7 e calce, terre A4 e A5, calce cemento |  |  |  |
| MISTO CEMENTATO   |        |     |        | LEGATA  |  | Aggregati lapidei naturali con leganti cementizi  |  |  |  |
| CONGLOMERATO RICICLATO  | LEGATO | CON | LEGATA | Conglomerato bituminoso fresato, bitume schiumato e cemento               |  |   |  |  |  |
| BITUME SCHIUMATO  |        |     |        |   |  |   |  |  |  |
| CONGLOMERATO RICICLATO  | LEGATO | CON | LEGATA | Conglomerato bituminoso fresato, emulsione di bitume modificato e cemento |  |   |  |  |  |
| EMULSIONE BITUMINOSA  |        |     |        |   |  |   |  |  |  |

I materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalla Norme armonizzata UNI EN 13242: "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

I materiali riciclati dalle demolizioni dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- Decreto Ministeriale (Ambiente) 8 maggio 2003, n° 203 (Utilizzo di materiale riciclato);
- Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998, n° 22 (Procedure di recupero dei rifiuti non pericolosi).

L'Impresa è tenuta a presentare studio della miscela che intende utilizzare con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione. Lo studio dovrà almeno contenere indicazioni relativamente a:

- curva di costipamento del materiale;
- attestazione di conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione (89/106 – CEE) secondo il sistema vigente;
- descrizione del metodo di lavorazione delle miscele;
- fonti di approvvigionamento dei materiali;
- valori caratteristici di resistenza delle miscele prodotte come richiesto dalle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato.

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente allo studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati NEGLI STRATI DI FONDAZIONE LEGATA E NON, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".



Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

#### **Art. A.4 - MISTO GRANULARE**

##### **DESCRIZIONE**

Il misto granulare è costituito da una miscela di aggregati di origine naturale, artificiale o provenienti da materiale riciclato proporzionata in modo tale da rientrare in uno specifico fuso granulometrico. Lo strato di misto granulare, che non prevede l'aggiunta di leganti, deve la propria compattezza e omogeneità alla stabilizzazione naturale prodotta dalle sole caratteristiche granulometriche e dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13285 "Miscele non legate - specifiche".

##### **MATERIALI COSTITUENTI**

##### **AGGREGATI**

Gli aggregati lapidei utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO) |                            |                  |    |               |         |
|---|----------------------------|------------------|----|---------------|---------|
| REQUISITO   | METODO DI PROVA            | SIMBOLO          | UM | VALORE LIMITE |         |
| Dimensione massima  | UNI EN 933-1               | D <sub>max</sub> | mm | ≤40           |         |
| Requisito di granulometria<br>(per ogni classe utilizzata)                  | UNI EN 933-1               | G <sub>C</sub>   | %  | -             |         |
| Resistenza alla frammentazione  | UNI EN 1097-2              | LA               | %  | ≤30           |         |
| Resistenza al gelo/disgelo  | UNI EN 1367-1              | F                | %  | ≤1            |         |
| Percentuale di superfici frantumate   | UNI EN 933-5               | C                | %  | ≥70           |         |
| Coefficiente di appiattimento   | UNI EN 933-3               | FI               | %  | ≤35           |         |
| Coefficiente di forma   | UNI EN 933-4               | SI               | %  | ≤35           |         |
| Equivalente in sabbia   | UNI EN 933-8               | ES               | %  | ≥50           |         |
| Limite liquido  | UNI CEN ISO/TS<br>17892-12 | W <sub>L</sub>   | %  | ≤15           |         |
| Indice di plasticità  | UNI CEN ISO/TS<br>17892-12 | I <sub>p</sub>   | %  | N.P.          |         |
| Componenti idrosolubili   | UNI EN 1744-3              |                  |    |               | ASSENTI |
| Sostanze organiche  | UNI EN 1744-1              |                  |    |               | ASSENTI |

##### **CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare non legato per lo strato di fondazione dovrà avere le caratteristiche granulometriche conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO) |                 |                |    |               |
|---|-----------------|----------------|----|---------------|
| REQUISITO   | METODO DI PROVA | SIMBOLO        | UM | VALORE LIMITE |
| Designazione della miscela  | UNI EN 13285    | -              | -  | 0/40          |
| Contenuto massimo dei fini  | UNI EN 13285    | UF             | %  | ≤ 5           |
| Contenuto minimo dei fini   | UNI EN 13285    | LF             | %  | ≥ 2           |
| Sopravaglio   | UNI EN 13285    | OC             | %  | da 85 a 99    |
| Classificazione granulometrica  | UNI EN 13285    | G <sub>0</sub> | -  | -             |

La composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 13285 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

| APERTURA SETACCI (mm) | PASSANTE IN MASSA (%) |
|-----------------------|-----------------------|
| 40                    | 100                   |
| 31,5                  | 85 - 99               |
| 16                    | 50 - 78               |
| 8                     | 31 - 60               |
| 4                     | 18 - 46               |
| 2                     | 10 - 35               |
| 1                     | 6 - 26                |
| 0,5                   | 4 - 20                |
| 0,063                 | 2 - 5                 |

L'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale. Tale studio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47).

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

L'Indice di portanza CBR sul materiale passante al setaccio 45, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà essere superiore a 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

| TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA<br>(MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO) |                    |
|--|--------------------|
| MATERIALE COSTITUENTE  | TOLLERANZE AMMESSE |
| Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)   | ± 5%               |
| Aggregato fine<br>(passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)                                | ± 2%               |

Il misto granulare non legato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di addensamento e di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)               |                            |                |     |               |
|--|----------------------------|----------------|-----|---------------|
| REQUISITO  | METODO DI PROVA            | SIMBOLO        | UM  | VALORE LIMITE |
| Densità in situ<br>(rispetto alla densità massima Proctor)   | DIN 18125 – UNI EN 13286-2 | -              | %   | > 95          |
| Modulo di compressibilità<br>(portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm <sup>2</sup> ) | CNR 146                    | M <sub>E</sub> | MPa | > 80          |

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che si stanno ottenendo.

#### POSA IN OPERA DEL MATERIALE

Il materiale Misto granulare non legato per l'esecuzione della fondazione stradale dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme e non superiore a cm 25. Ogni strato dovrà essere costipato alla densità

prevista e, qualora necessari, l'Impresa dovrà aggiungere acqua, mediante spruzzatura, fino al raggiungimento della quantità prescritta in funzione del massimo addensamento.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alle pendenze finali così da evitare ristagni d'acqua e danneggiamenti. L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza l'approvazione della Direzione Lavori.

Lo spessore dovrà essere quello previsto dal Progettista o dal Direttore Lavori, con una tolleranza di  $\pm 5\%$ , purché tale tolleranza si presenti solo saltuariamente.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. La verifica sarà effettuata mediante l'utilizzo di un'asta con lunghezza di m 4,00 posizionato secondo due direzioni ortogonali.

Il materiale dovrà essere steso mediante l'utilizzo di grader o vibrofinitrici e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).

Le lavorazioni dovranno essere sospese in caso di condizioni ambientali sfavorevoli (precipitazioni meteoriche, gelo) per non compromettere le caratteristiche della fondazione. Eventuali porzioni di materiale alterato da eccessiva quantità di acqua o da deformazioni dovute al gelo, dovranno essere rimosse e ripristinate.

#### **Art. A.5 - MISTO CEMENTATO**

##### **DESCRIZIONE**

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

E' prevista la possibilità di eseguire il misto cementato in sito mediante appositi macchinari (Pulvimixer) o anche mediante la stabilizzazione dei materiali granulari presenti in posto come fondazioni; in tal caso il misto cementato è più propriamente una stabilizzazione a cemento.

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14227-1 "Miscele legate con cemento per fondi e sottofondi stradali"

##### **MATERIALI COSTITUENTI (PER MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN IMPIANTO)**

##### **AGGREGATI**

Gli aggregati utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO) |                  |              |    |               |  |
|--|------------------|--------------|----|---------------|--|
| REQUISITO  | METODO DI PROVA  | SIMBOLO      | UM | VALORE LIMITE |  |
| Dimensione massima   | UNI EN 933-1     | $D_{max}$    | mm | $\leq 40$     |  |
| Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)          | UNI EN 933-1     | $G_c$        | %  | -             |  |
| Resistenza alla frammentazione                                   | UNI EN 1097-2    | LA           | %  | $\leq 30$     |  |
| Resistenza al gelo/disgelo                                       | UNI EN 1367-1    | F            | %  | $\leq 1$      |  |
| Percentuale di superfici frantumate                              | UNI EN 933-5     | C            | %  | $\geq 70$     |  |
| Coefficiente di appiattimento                                    | UNI EN 933-3     | FI           | %  | $\leq 35$     |  |
| Coefficiente di forma  | UNI EN 933-4     | SI           | %  | $\leq 35$     |  |
| Equivalente in sabbia  | UNI EN 933-8     | ES           | %  | $\geq 60$     |  |
| Limite liquido   | UNI CEN 17892-12 | ISO/TS $W_L$ | %  | $\leq 25$     |  |
| Indice di plasticità   | UNI CEN 17892-12 | ISO/TS $I_p$ | %  | N.P.          |  |
| Componenti idrosolubili  | UNI EN 1744-3    |              |    | ASSENTI       |  |
| Sostanze organiche   | UNI EN 1744-1    |              |    | ASSENTI       |  |

**LEGANTE**

Il legante utilizzato dovrà essere cemento conforme alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 197-1.

**ACQUA**

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

**ADDITIVI ED AGGIUNTE**

Al fine di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo è ammesso l'impiego di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 ed aggiunte (ceneri volanti) conformi alla norma UNI EN 450.

**CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto cementato per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 14427-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

| FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in sito) |                |    | FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in impianto) |                |    |
|---|----------------|----|---|----------------|----|
| APERTURA SETACCI  | PASSANTE MASSA | IN | APERTURA SETACCI  | PASSANTE MASSA | IN |
| (mm)  | (%)            |    | (mm)  | (%)            |    |
| 40  | 100            |    | 40  | 100            |    |
| 31,5  | 90 - 100       |    | 31,5  | 90 - 100       |    |
| 25  | 70 - 95        |    | 20  | 70 - 90        |    |
| 20  | 55 - 85        |    | 14  | 58 - 82        |    |
| 10  | 40 - 65        |    | 8   | 44 - 65        |    |
| 4   | 28 - 52        |    | 4   | 32 - 50        |    |
| 2   | 18 - 40        |    | 2   | 22 - 38        |    |
| 0,5   | 8 - 25         |    | 0,5   | 10 - 23        |    |
| 0,25  | 6 - 20         |    | 0,25  | 6 - 18         |    |
| 0,063   | 4 - 11         |    | 0,063   | 4 - 9          |    |

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati. Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinati secondo le modalità e le prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14427-1.

Lo studio delle miscele in laboratorio potrà essere eseguito su campioni compattati secondo metodologia Proctor o mediante pressa giratoria

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando

gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

Nel caso di compattazione con metodo Proctor, la miscela verrà costipata secondo la procedura descritta nella norma UNI 13286-2.

Nel caso di compattazione con pressa giratoria si dovranno usare le seguenti impostazioni:

- angolo di rotazione:  $1,25^\circ + 0,02^\circ$ ;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: 150 mm;
- n° giri: 180
- quantità di materiale introdotto nella fustella: 4,5 kg.

Lo studio deve contenere le seguenti caratteristiche:

- granulometria della miscela;
- ottima % di acqua di compattazione;
- densità massima ottenuta per la miscela ottimale;
- sistema di compattazione adottato per la realizzazione dei provini;
- valori delle resistenze risultanti dalle prove.

#### CARATTERISTICHE DI ACCETTAZIONE

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

| TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA<br>(MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO) |                    |
|---|--------------------|
| MATERIALE COSTITUENTE   | TOLLERANZE AMMESSE |
| Aggregato grosso<br>(trattenuto al setaccio 2 mm)   | $\pm 5\%$          |
| Aggregato fine<br>(passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)                     | $\pm 2\%$          |

I campioni dovranno essere maturati a 7 giorni alla temperatura di  $40^\circ\text{C}$  e termostatati a  $25^\circ\text{C}$  per 4 ore prima dell'esecuzione della prova di rottura.

I valori di resistenza dei provini preparati dai campioni prelevati in opera dovranno restituire valori compresi tra il  $\pm 20\%$  rispetto ai valori forniti dai campioni confezionati dalla miscela di design. Tale miscela dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

| CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MISCELA IN MISTO CEMENTATO |                 |         |     |                          |
|---|-----------------|---------|-----|--------------------------|
| REQUISITO   | METODO DI PROVA | SIMBOLO | UM  | VALORE LIMITE            |
| Resistenza a compressione a 7 gg                            | UNI EN 13286-41 | Rc      | MPa | da 2,5 a 6               |
| Resistenza a trazione indiretta a 7 gg                      | UNI EN 13286-42 | Rt      | MPa | $0,35 \leq Rt \leq 0,60$ |

Il misto cementato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE IN SITO DELLO STRATO DI FONDAZIONE |
|--|
|--|

**(MISTO CEMENTATO)**

| REQUISITO  | METODO DI PROVA | SIMBOLO        | UM                | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|----------------|-------------------|---------------|
| Modulo di compressibilità<br>(portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm <sup>2</sup> ) | CNR 146         | M <sub>d</sub> | N/mm <sup>2</sup> | > 150         |

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica (devono essere eseguite 4 prove LFWD in un intorno distante circa 40 cm dai bordi della piastra statica per correlare i valori ottenuti con le differenti metodologie) e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che si stanno ottenendo.

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

**CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione della fondazione stradale:

| REQUISITO  | FREQUENZA DEI CONTROLLI  |
|--|--|
| analisi granulometrica   | ogni 1000 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa           |
| determinazione della densità in sito   | ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa |
| prova di carico con piastra  | una prova ogni 300 metri lineari di carreggiata                                  |
| determinazione della resistenza a compressione della miscela a 7 giorni                      | ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa |
| determinazione della resistenza a trazione indiretta della miscela a 7 giorni di maturazione | ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa |

**CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA**

Il misto cementato potrà essere prodotto in impianti fissi automatizzati, adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento, o in sito su vecchie fondazioni.

L'impianto utilizzato deve assicurare l'uniformità di produzione e la continua conformità alle caratteristiche definite nello studio preliminare della miscela. L'area destinata allo stoccaggio degli aggregati lapidei deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche definite. I cumuli degli aggregati dovranno essere separati fra loro al fine di impedire una miscelazione delle classi. L'impianto dovrà essere dotato di un numero di predosatori pari al numero delle classi di aggregati utilizzati.

Nel caso di produzione in sito il legante idraulico viene steso sulla fondazione da trattare materiale inerte granulare prima del passaggio subito prima della stabilizzatrice.

I cementi e gli additivi dovranno essere depositati in silos dedicati assicurando che non siano miscelati tipi di materiale costituente diversi per classe di resistenza o provenienza.

**POSA IN OPERA DEL MATERIALE**

L'Impresa potrà procedere alla stesa della miscela successivamente alla verifica di accettazione del piano di posa da parte della Direzione Lavori. Eventuali anomalie della planarità superficiale o correzioni di pendenza dovranno essere ripristinate prima della posa della miscela.

Il piano di posa dovrà essere umido.

La stesa verrà eseguita mediante macchine vibrofinitrici; l'addensamento dello strato dovrà essere effettuato con rulli a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo monotamburo vibrante di peso non inferiore a 18t entrambi preferibilmente accoppiati ad un rullo gommato di almeno 14 t; potranno essere impiegati, in alternativa, rulli misti, vibranti-gommati comunque approvati dalla Direzione Lavori.

La stesa non deve essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0 °C, superiori a 25 °C ed in caso di pioggia. A discrezione della Direzione Lavori, l'Impresa potrà eseguire le lavorazioni a differenti temperature attivando tutte le misure necessarie per proteggere la miscela da eccessiva evaporazione durante il trasporto.

Il tempo massimo ammesso, tra l'introduzione dell'acqua nella miscela e la posa in opera, non dovrà superare i 60 minuti. Qualora si dovesse procedere con la stesa di due strisciate affiancate, al fine di garantire la continuità alla struttura, il tempo intercorrente non dovrà superare le due ore.

Particolari accorgimenti dovranno essere adottati 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 da rimuovere al momento della ripresa successiva. Non devono essere eseguiti altri giunti oltre a quelli di ripresa. Il transito di cantiere sullo strato posato potrà essere ammesso, limitatamente ai mezzi gommati, a partire dal terzo giorno. In ogni caso il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 ore.

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

Ultimate le fasi di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup>, comunque commisurata all'intensità del traffico di cantiere cui sarà sottoposto, previo spargimento di sabbia.

I giunti di ripresa devono essere sempre tagliati prima dell'inizio della nuova lavorazione.

Il tempo di maturazione dello strato non dovrà essere inferiore a 72 ore.

#### **Art. A.6 - CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO**

##### **DESCRIZIONE**

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni, bitume in forma schiumata e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato con bitume schiumato può essere impiegato nella sovrastruttura stradale come fondazione o sottobase ma anche per la realizzazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato sono definiti dal Progettista e dalla Direzione Lavori.

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con bitume schiumato consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con aggiunta di eventuali aggregati di integrazione e bitume sotto forma di schiuma. Il riciclaggio può avvenire con impianti fissi o mobili o, in opera, mediante l'utilizzo di appositi macchinari purché il trasporto alla stesa del materiale già impastato in impianto richieda un tempo inferiore ai 80 minuti. In entrambi i casi l'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La tecnica del bitume schiumato può essere applicata sia per stabilizzazione di sovrastruttura preesistenti sia per nuove pavimentazioni.

##### **MATERIALI COSTITUENTI**

| MATERIALE                           | REQUISITO  |
|-------------------------------------|--|
| CONGLOMERATO<br>RICICLATO (FRESATO) | Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura.<br>Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura. |

|                   |   |
|-------------------|---|
| AGGREGATI LAPIDEI | Qualora la composizione granulometrica non rientrasse nei limiti di accettazione previsti il Produttore dovrà intervenire mediante l'aggiunta di aggregati lapidei per integrazione qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE.  |
| CEMENTO           | <p>Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con bitume schiumato deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore.</p> <p>Il cemento utilizzato deve essere conforme alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE secondo il sistema di attestazione in vigore.</p> <p>Il Produttore potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 di tipo Portland o d'alto forno o pozzolanico.</p> |
| ACQUA             | L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.  |
| LEGANTE           | Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo sottoposto al procedimento di schiumatura.   |

Il bitume da utilizzare dovrà essere del tipo tal quale con penetrazione 70-100, conforme alla norma UNI EN 12591, oppure del tipo additivato con agenti schiumanti. La scelta del bitume da impiegare è soggetta alla prova di schiumatura in laboratorio o in sito con la quale vengono verificate le caratteristiche necessarie ad un ottimale processo di miscelazione.

Le caratteristiche necessarie per la corretta schiumatura del legante dovranno essere conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE DEL BITUME SCHIUMATO<br>(MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON BITUME SCHIUMATO) |         |    |               |
|--|---------|----|---------------|
| REQUISITO  | SIMBOLO | UM | VALORE LIMITE |
| Rapporto di espansione   | Er      | -  | ≥20           |
| Tempo di semitrasformazione  | Ts      | s  | ≥25           |

Le caratteristiche di espansione ottimali dovranno essere determinate in base ad un opportuno studio di laboratorio in un campo di temperature compreso tra 160 °C e 190 °C e contenuto di acqua compreso tra 1% e 4%.

#### CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con bitume schiumato dovrà avere la composizione granulometrica, successivamente all'estrazione del bitume, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

| COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA POST<br>(MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON BITUME SCHIUMATO IN SITO) |                          | COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA<br>(MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON BITUME SCHIUMATO IN IMPIANTO) |                          |    |
|--|--------------------------|---|--------------------------|----|
| APERTURA SETACCI<br>(mm)   | PASSANTE IN MASSA<br>(%) | APERTURA SETACCI<br>(mm)  | PASSANTE IN MASSA<br>(%) | IN |
| 63   | 100-100                  | -   | -                        |    |
| 40   | 90 - 100                 | 40  | 100                      |    |
| 31,5   | 90 - 100                 | 31,5  | 90 - 100                 |    |
| 20   | 84 - 100                 | 20  | 68 - 90                  |    |



|       |         |       |         |
|-------|---------|-------|---------|
| 14    | 58 - 86 | 12,5  | 53 - 78 |
| 8     | 44- 70  | 6,3   | 36 - 58 |
| 4     | 32 - 46 | 4     | 28 - 48 |
| 2     | 20 - 42 | 2     | 18 - 36 |
| 0,5   | 9 - 24  | 0,5   | 8 - 22  |
| 0,063 | 5- 10   | 0,063 | 4 - 8   |

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla Direzione Lavori.

Qualora la lavorazione preveda la schiumatura con treno di riciclaggio in sito, dovrà essere condotta una fresatura preventiva della pavimentazione al fine di fornire al laboratorio incaricato per le analisi la composizione granulometrica effettiva della miscela su cui effettuare lo studio di mix design.

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

| CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO |                               |         |            |               |
|--|-------------------------------|---------|------------|---------------|
| REQUISITO  | METODO DI PROVA               | SIMBOLO | UM         | VALORE LIMITE |
| Resistenza a trazione indiretta  | UNI EN 12697-23<br>UNI EN 132 | ITS     | MPa        | > 0,35        |
| Resistenza a trazione indiretta a 24h                                  | UNI EN 12697-23               | ITS     | MPa        | > 0,20        |
| Modulo di rigidezza a 20 °C  | UNI EN 12697-26 (C)           | Sm      | MPa        | 3000<S<5000   |
| Resistenza a compressione ciclica uniassiale                           | UNI EN 12697-25               | fc      | μm/m/<br>n | <2            |

I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 24 ore e 72 ore a 40 °C ed provati a 20 °C (dopo termostatazione di 4 ore a 20 °C).

#### CONTENUTO MINIMO DI INFORMAZIONI NELLO STUDIO DI MIX DESIGN

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate (sia per la miscela sia per il bitume) lo studio preliminare di mix design dovrà contenere anche le seguenti informazioni:

natura e quantità dei materiali costituenti

composizione granulometrica della miscela

% di umidità ottimale

contenuto totale di legante bituminoso

densità della miscela ottimale compattata

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di bitume schiumato (2% - 3%- 4%) e di umidità (4% - 5% - 6%).

Le condizioni di prova per la preparazione dei provini mediante Pressa giratoria sono:

- angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150;
- n° giri: 180;
- peso del campione (comprensivo di bitume schiumato, cemento ed acqua): 4,5 kg.

Il Produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori lo studio preliminare elaborato entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

#### CARATTERISTICHE DI ACCETTAZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

Per tale lavorazione si rende necessaria la presenza di un laboratorio mobile operante durante le fasi di realizzazione dello strato per un controllo di accettazione delle miscele prelevata sciolta dalla vibrofinitrice o dietro la macchina stabilizzatrice, che esegua:

- granulometria della miscela;
- compattazione con pressa giratoria secondo le modalità dello studio di progetto;
- caratterizzazione delle resistenze a trazione indiretta dopo 24 h di maturazione a 40 °C in forno.

#### CONTROLLI SULLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO

| REQUISITO   | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE   |
|---|-----------------|-----|---|
| Grado di compattazione<br>(per ogni campione)                               | UNI EN 12697-6  | %   | ≥ 95  |
| Resistenza a trazione<br>indiretta della carota<br>dopo 24 h di maturazione | UNI EN 12697-23 | MPa | ≥ 0,2   |
| Spessori  | UNI EN 12697-29 | mm  | Nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto. La superficie finale in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

Le carote dovranno essere prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera con diametro di mm 150 e almeno dopo 28 giorni di maturazione.

#### CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

La Direzione lavori dovrà controllare in cantiere, prima della posa in opera della miscela, i parametri di schiumosità e di temperatura del bitume che dovranno essere conformi ai valori determinati nello studio preliminare. Non sono ammessi macchinari con ugelli di verifica intasati o non funzionanti.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un rullo monotamburo vibrante con peso superiore a t 18 e di un rullo gommato con carico statico non inferiore a t 14.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 3°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

#### COPERTURA DEGLI STRATI

| CONDIZIONI DI COPERTURA DEGLI STRATI                   |   |
|--|---|
| MODALITA'  | REQUISITO   |
| Stesa dello strato superiore entro le 24 h con T>15 °C | nessuna copertura   |
| Stesa dello strato superiore entro le 24 h con T<15 °C | emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume in ragione di 0,5÷1 kg/m <sup>2</sup> per favorire la maturazione della miscela |
| Stesa dello strato superiore oltre le 24 h             | emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume in ragione di 0,5÷1 kg/m <sup>2</sup> per favorire la maturazione della miscela |

#### **Art. A.7 - CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA**

##### DESCRIZIONE

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente da demolizione di pavimentazioni, emulsione bituminosa modificata e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato con emulsione bituminosa modificata può essere impiegato nella sovrastruttura stradale anche per la realizzazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato sono definiti dal Progettista e dalla Direzione Lavori.

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con emulsione bituminosa modificata consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con aggiunta di eventuali aggregati di integrazione, cemento ed emulsione bituminosa modificata. Il riciclaggio a freddo può essere realizzato mediante un impianto mobile da installare in cantiere ovvero un impianto fisso eventualmente disponibile nella zona purché il trasporto alla stesa del materiale già impastato richieda un tempo inferiore ai 60 minuti. In entrambi i casi 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.

##### MATERIALI COSTITUENTI

##### CONGLOMERATO RICICLATO

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura.

Per il fresato può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza preferibilmente proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura.

Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al Dmax previsto per la miscela (40 mm per gli strati di base; 25 mm per il binder).

La percentuale di conglomerato riciclato che si intende impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. prima dell'inizio dei lavori.

##### AGGREGATI LAPIDEI

Qualora la composizione granulometrica non rientrasse nei limiti di accettazione previsti il Produttore dovrà intervenire mediante l'aggiunta di aggregati lapidei per integrazione qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE.

##### LEGANTE

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato con quello residuo proveniente dall'emulsione bituminosa modificata.

L'emulsione bituminosa modificata da utilizzare dovrà essere a lenta rottura e di tipo cationico.

| EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO  |                 |     |               |
|---------------------------------|-----------------|-----|---------------|
| REQUISITO                       | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE |
| Contenuto di acqua              | UNI EN 1428     | %   | <45%          |
| Contenuto di legante bituminoso | UNI EN 1431     | %   | 60+/-1%       |
| Omogeneità                      | UNI EN 1429     | %   | < 0,2%        |
| Sedimentazione a 5 gg           | UNI EN 12847    | %   | < 10%         |
| pH (grado di acidità)           | UNI EN 12850    |     | 2 – 6         |
| <i>Residuo bituminoso</i>       |                 |     |               |
| Penetrazione a 25 °C            | UNI EN1426      | dmm | 50-70         |
| Punto di rammollimento          | UNI EN1427      | °C  | > 55          |
| Punto di rottura (Fraass)       | UNI EN 12593    | °C  | < -10         |
| Ritorno elastico a 25 °C        | UNI EN 13398    | %   | ≥ 55          |

#### CEMENTO

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con emulsione bituminosa modificata deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore.

Il cemento utilizzato deve essere conforme alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE secondo il sistema di attestazione in vigore.

Il Produttore potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 di tipo Portland o d'alto forno o pozzolanico.

#### ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

#### CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere la composizione granulometrica, successivamente all'estrazione del bitume, compresa nei limiti del fuso riportato nelle seguenti tabelle:

| COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA<br>(MISCELA PER IL CONGLOMERATO<br>RICICLATO CON EMULSIONE<br>BITUMINOSA MODIFICATA IN<br>SITO) |                          | COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA<br>(MISCELA PER IL CONGLOMERATO<br>RICICLATO CON EMULSIONE<br>BITUMINOSA MODIFICATA IN<br>IMPIANTO) |                             |
|---|--------------------------|---|-----------------------------|
| APERTURA<br>SETACCI<br>(mm)   | PASSANTE IN MASSA<br>(%) | APERTURA<br>SETACCI<br>(mm)   | PASSANTE IN<br>MASSA<br>(%) |
| 63  | 100-100                  | -   | -                           |
| 40  | 90 - 100                 | 40  | 100                         |
| 31,5  | 90 - 100                 | 31,5  | 90 - 100                    |
| 20  | 84 - 100                 | 20  | 68 - 90                     |
| 14  | 58 - 86                  | 12,5  | 53 - 78                     |

|       |         |       |         |
|-------|---------|-------|---------|
| 8     | 44- 70  | 6,3   | 36 - 58 |
| 4     | 32 - 46 | 4     | 28 - 48 |
| 2     | 20 - 42 | 2     | 18 - 36 |
| 0,5   | 9 - 24  | 0,5   | 8 - 22  |
| 0,063 | 5- 10   | 0,063 | 4 - 8   |

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, emulsione bituminosa, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di emulsione bituminosa modificata (1,5% - 2,0%- 3,5%) e di umidità (4,5% - 5,5% - 6,5%).

Le condizioni di prova per la preparazione dei provini mediante pressa giratoria sono:

- angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150;
- giri: n° 180;
- peso del campione (comprensivo di emulsione, cemento ed acqua): g 4500.

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla Direzione Lavori.

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

| CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA   |                 |         |        |               |
|---|-----------------|---------|--------|---------------|
| REQUISITO   | METODO DI PROVA | SIMBOLO | UM     | VALORE LIMITE |
| Resistenza a trazione indiretta a 72h   | UNI EN 12697-23 | ITS     | MPa    | > 0,30        |
| Resistenza a trazione indiretta a 24h   | UNI EN 12697-23 | ITS     | MPa    | > 0,20        |
| Modulo di rigidezza a 20 °C   | UNI EN 12697-26 | Sm      | MPa    | 3000<S<5000   |
| Resistenza a compressione ciclica uniassiale  | UNI EN 12697-25 | fc      | µm/m/n | <2            |
| I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 24 ore e 72 ore a 40 °C e provati a 20 °C (dopo termostatazione di 4 ore a 20 °C). |                 |         |        |               |

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti
- composizione granulometrica della miscela
- contenuto totale di legante bituminoso
- densità della miscela ottimale compattata

Il Produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori lo studio preliminare elaborato entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

Per tale lavorazione si rende necessaria la presenza di un laboratorio mobile operante durante le fasi di realizzazione dello strato per un controllo di accettazione delle miscele prelevata sciolta dalla vibrofinitrice o dietro la macchina stabilizzatrice, che esegua:

- granulometria della miscela
- compattazione con pressa giratoria secondo le modalità dello studio di progetto
- caratterizzazione delle resistenze a trazione indiretta dopo 24 h di maturazione a 40 °C in forno.

#### CONTROLLI SULLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA

| REQUISITO   | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE   |
|---|-----------------|-----|---|
| Grado di compattazione<br>(per ogni campione)                         | UNI EN 12697-6  | %   | ≥ 95  |
| Resistenza a trazione indiretta della carota dopo 24 h di maturazione | UNI EN 12697-23 | MPa | ≥ 0,2   |
| Spessori  | UNI EN 12697-29 | mm  | Nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto. La superficie finale in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

Le carote dovranno essere prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera con diametro di mm 150 e almeno dopo 60 giorni di maturazione.

#### CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate secondo il metodo del grado di compattazione in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

#### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA

(Grado di compattazione per confronto delle densità)

| REQUISITO                                     | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|---|-----------------|----|---------------|
| Grado di compattazione<br>(per ogni campione) | UNI EN 12697-6  | %  | ≥ 95          |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

La determinazione del grado di addensamento potrà essere effettuata anche mediante volumometro a sabbia.

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150 ed essere prelevate almeno dopo 60 giorni di maturazione del materiale.

Lo strato della fondazione in conglomerato a freddo dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela ed alle dimensioni (spessore) dello strato.

#### CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un con cilindri metallici con peso superiore a t 18 ed un rullo gommato con carico statico superiore a t 24; la fase di compattazione dovrà essere condotta fino a completa rottura dell'emulsione.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 8 °C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il tempo massimo di miscelazione del materiale ed il costipamento deve stare all'interno delle 3 ore dopo lo spargimento del cemento.

Prima di iniziare i lavori di riciclaggio, la superficie della pavimentazione esistente deve essere:

- accuratamente ripulita da vegetazione o qualsiasi corpo estraneo;
- ripulita di acqua di ristagno;
- prefresata qualora si debbano rimuovere protuberanze;
- soggetta a linee di taglio longitudinali e trasversali che delimitano i tratti da riciclare.

#### **Art. A.8 - FREQUENZA DEI CONTROLLI SULLA FONDAZIONE E SULLO STRATO DI SOTTOBASE**

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente capitolato.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, sui campioni delle miscele sciolte e costipate, per controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle caratteristiche richieste.

I controlli relativi alle caratteristiche di accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei lavori e/o in corso d'opera.

I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti impiegati a seconda dei tipi di prodotto, sono riportati nella tabella seguente:

#### CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI

| MATERIALE   | UBICAZIONE PRELIEVO                       | REQUISITI DA CONTROLLARE  | FREQUENZA   |
|---|---|---|---|
| Aggregato lapideo (naturale, riciclato e di integrazione) | Impianto di produzione, cantiere di posa. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• caratteristiche fisiche;</li> <li>• caratteristiche geometriche;</li> <li>• caratteristiche chimiche.</li> </ul> | A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella |

| fornitura di aggregati |   |   |  |  |
|------------------------|---|---|--|--|
| Bitume                 | Cisterna di stoccaggio, cantiere di posa. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapporto di espansione;</li> <li>• Tempo di semitrasformazione.</li> </ul> | Giornaliero                                      |  |
| Emulsione bituminosa   | Cisterna di stoccaggio, cantiere di posa  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche del bitume residuo</li> </ul>                              | A richiesta della Direzione Lavori o settimanale |  |

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale, validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sulla miscela prelevata all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27 ed i metodi di preparazione dei campioni dovranno essere conformi alle presenti Norme Tecniche.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nella tabella seguente:

| CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA                       |                     |                          |
|---|---------------------|--------------------------|
| REQUISITO   | METODO DI PROVA     | FREQUENZA                |
| Composizione granulometrica                             | UNI EN 12697-2      |                          |
| Contenuto di legante<br>(bitume o emulsione bituminosa) | UNI EN 12697-1 o 39 | Ogni m <sup>2</sup> 2000 |

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche dello strato, sono riportati nella tabella seguente:

| CONTROLLI PERIODICI SULLO STRATO   |                     |  |
|--|---------------------|--|
| REQUISITO  | METODO DI PROVA     | FREQUENZA  |
| Grado di addensamento miscele legate                                     | UNI EN 12697-6      | Ogni m <sup>2</sup> 1000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia) |
| Resistenza a trazione indiretta  | UNI EN 12697-23     |  |
| Modulo di rigidità   | UNI EN 12697-26 (C) |  |
| Resistenza a compressione  | UNI EN 13286-41     | Ogni m <sup>2</sup> 2000 o per fascia di stesa (ogni m 500 per corsia) |
| Moduli di deformazione dinamica (solo misto cementato e misto granulare) | CNR 146             |  |
| Spessore dello strato  | UNI EN 12697-29     | Ogni m <sup>2</sup> 1000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia) |

In corso d'opera ed in ogni fase delle singole 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.



## **CAPO B - CONGLOMERATI BITUMINOSI**

### **Art. B.1 - LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI**

Prima della posa in opera dei conglomerati bituminosi l'Impresa dovrà effettuare tutte le lavorazioni previste dal progetto esecutivo.

Gli interventi da realizzare sono relativi alla posa di prodotti per la protezione e per il rafforzamento della pavimentazione ed all'esecuzione di membrane con funzione di ancoraggio e/o impermeabilizzazione fra gli strati.

#### **SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massiciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

#### **FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE**

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

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

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

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Il materiale utilizzabile sarà raccolto in cumuli, su aree di deposito procurato a cura e spese dell'Impresa per essere eventualmente reimpiegato nei ripristini, dopo accurata selezione e previo benestare della D.L.

### **Art. B.2 – POSA IN OPERA DEGLI IMPASTI**

Si procederà ad un accurata pulizia della superficie da rivestire, mediante un energico lavaggio e ventilazione ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione bituminosa, del tipo prescritto dalla Direzione Lavori a seconda delle condizioni ambientali e stagionali, in ragione di circa 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

Non appena sarà avvenuta la "rottura" della emulsione farà seguito la stesa dello strato di collegamento.

A lavoro ultimato la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla Direzione Lavori.

Analogamente si procederà per la posa in opera dello strato di usura, previa spalmatura, sullo strato di collegamento, di una ulteriore mano di ancoraggio identica alla precedente.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla Direzione Lavori, in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo.

Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 120°C per conglomerato confezionato con bitume 80/100 e non inferiore a 130°C in caso di impiego di bitumi 60/80.

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

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

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

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

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

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

**In corrispondenza di ogni giunzione sia longitudinale che trasversale anche derivante da precedente fresatura, la superficie della pavimentazione dovrà essere sigillata con legante bituminoso.**

Al termine di ogni turno di lavoro la pavimentazione non dovrà presentare la benché minima irregolarità; in particolare i **giunti di ripresa longitudinali dovranno essere perfettamente raccordati fra di loro**. I giunti trasversali posti sulle testate delle pavimentazioni dovranno essere ottenuti previa fresatura della pavimentazione di supporto con formazione di incasso in modo che le unioni siano perfettamente allineate.

Qualora, a discrezione della D.L. venisse richiesta la fresatura degli strati di conglomerato bituminoso preesistenti con la formazione di cassonetti sulla sede stradale, al termine di ogni turno di lavoro la pavimentazione dovrà presentare uno strato finito perfettamente sagomato e raccordato con la pavimentazione originaria adiacente, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Il personale addetto alla posa del conglomerato bituminoso dovrà provvedere manualmente tramite apposito attrezzo denominato comunemente "raschiatoio" a raccordare i bordi longitudinali del conglomerato bituminoso appena steso ponendo inoltre particolare cura nella definizione dei raccordi in corrispondenza di accessi, intersezioni, botole, caditoie, cunette.

### **Art. B.3 – RULLATURA DEGLI IMPASTI**

Il costipamento dell'impasto steso sarà effettuato con rulli metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o con rulli misti (metallici e gommati).

Il tipo, il peso ed il numero dei rulli, proposti dall'Appaltatore in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso il sistema di rullatura prescelto dovrà essere tale da assicurare il prescritto addensamento in tutto lo spessore dello strato, nonché l'adequata finitura e sagomatura della sua superficie.

L'operazione di rullatura dovrà essere iniziata alla più alta temperatura possibile dell'impasto steso, cioè il primo rullo dovrà seguire la finitrice il più dappresso possibile, evitando però ogni indebito scorrimento dell'impasto sotto le ruote del rullo.

Allo stesso scopo di comprimere l'impasto senza spostarlo, i rulli dovranno essere orientati in modo da rivolgere le ruote motrici verso la finitrice.

Inizialmente si procederà a costipare il giunto longitudinale con la striscia precedentemente stesa; si passerà quindi a rullare l'altro lato della nuova striscia, procedendo poi gradatamente verso il centro e tornando infine sul giunto longitudinale.

Questa operazione andrà ripetuta per ciascun rullo adoperato finché l'impasto non mostra più alcun addensamento al passaggio del rullo; per contro l'operazione dovrà essere interrotta se si manifesta una tendenza al dislocamento dell'impasto per temperatura troppo alta od alla fessurazione per temperatura troppo bassa.

Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

Ogni passaggio del rullo dovrà essere sovrapposto per circa metà larghezza al passaggio precedente e le inversioni di marcia, in prossimità della finitrice, dovranno essere tutte sfalsate fra loro; gli spostamenti trasversali del rullo da un passaggio all'altro dovranno essere effettuati diagonalmente ad una sufficiente distanza dalla finitrice.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare che i rulli vengano arrestati sullo strato ancora caldo.

A costipamento ultimato la "densità" (peso di volume) di ciascuno strato non dovrà essere inferiore al 98% della "densità" dei rispettivi provini Marshall di riferimento; il contenuto di vuoti residui dell'impasto in opera dovrà risultare compreso entro i limiti prescritti per ciascuno strato.

Le superfici finite dei diversi strati dovranno presentare le quote previste dal progetto ed essere esenti da ondulazioni o avvallamenti.

Non saranno ammessi scostamenti dalla quote e dalla sagoma di progetto superiori a mm. 10, mm. 7, mm. 5 rispettivamente per gli strati di base, collegamento, usura (e solo in qualche punto singolare) misurato mediante un'asta rettilinea di ml. 4,00.

Il controllo degli spessori verrà effettuato secondo quanto previsto nell'apposito articolo.

Sulla superficie finita dello strato di collegamento (nei casi previsti dal Capitolato) e del manto di usura, a distanze stabilite dalla Direzione Lavori, dovrà essere ugualmente verificata la resistenza di attrito radente (antisdrucchiolevezza). Tale verifica dovrà essere effettuata mediante rilevazione della resistenza all'attrito radente con "British portable skid resistance tester" (B.U. C.N.R. 105, parte IV del 15/03/85). Il valore ottenuto dovrà essere superiore a 55.

#### **Art. B.4 - GEOTESSILE**

Il telo "geotessile" adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

Qualora previsto nel progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire un geotessile non tessuto all'interfaccia tra lo strato di base e la fondazione in misto granulare, con funzione di separazione (anticontaminante), drenante e di ripartizione dei carichi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE DEL GEOTESSILE                                       |                  |      |               |
|--|------------------|------|---------------|
| REQUISITO  | METODO DI PROVA  | UM   | VALORE LIMITE |
| Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale. | UNI EN ISO 10319 | kN/m | ≥ 17          |
| Resistenza al punzonamento statico (CBR).                            | UNI EN ISO 12236 | kN   | ≥ 3,0         |
| Apertura efficace dei pori $d_{90}$ .                                | UNI EN ISO 12956 | μm   | ≤ 100         |
| Spessore massimo sotto 2 kPa.  | UNI 8279/2       | mm   | ≤ 2,7         |

Il geotessile sarà del tipo non tessuto costituito al 100% con fibre di polipropilene o poliestere, coesionate mediante agugliatura meccanica con esclusione di collanti o altri componenti chimici; inoltre dovrà presentare una superficie rugosa, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, essere imputrescibile ed atossico.

La posa del geotessile sarà effettuata sul piano dello stabilizzato, previa rullatura dello stesso e spruzzatura di emulsione bituminosa cationica, al 55%, in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup> di residuo secco bituminoso.

La larghezza del geotessile deve essere tale da inserirsi perfettamente nel cassonetto, senza formare bordi o risalti. Al fine di permettere un'ottimale disposizione del geotessile nel cassonetto è tollerata una larghezza massima di 2 cm inferiore a quella del cassonetto cui dovrà essere posato.

E' necessario che i sormonti, sia nella testata sia in senso longitudinale, garantiscano una sovrapposizione di almeno 20 cm e che gli stessi vengano cosparsi di emulsione per garantire aderenza e continuità. Inoltre nei tratti in curva è necessario apportare idonei tagli, con opportune sovrapposizioni al fine di assicurarne la continuità. Durante la messa in opera il telo deve essere teso sufficientemente per non creare deformazioni (grinze, pieghe, ecc.).

#### **Art. B.5 - GEOGRIGLIA**

Qualora previsto in progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire una geogriglia tra gli strati portanti della pavimentazione, con funzione di rinforzo e di barriera alla propagazione verso la superficie di lesioni preesistenti nei vecchi conglomerati bituminosi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE DELLA GEOGRIGLIA                                     |                  |      |               |
|--|------------------|------|---------------|
| REQUISITO  | METODO DI PROVA  | UM   | VALORE LIMITE |
| Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale. | UNI EN ISO 10319 | kN/m | ≥100          |
| (Allungamenti <4%)   |                  |      |               |

La rete di maglia quadrata di lato 12,5 x 12,5 mm dovrà essere costituita da filamenti di fibra di vetro con resistenza a temperature minime di 700 °C e dovrà inoltre essere ricoperta con uno strato di polimeri elastomerici che ne permettano l'adesività.

Le sovrapposizioni tra le diverse strisciate dovranno avvenire secondo le indicazioni del Direttore dei lavori.

#### **Art. B.6 - MANO D'ATTACCO**

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di emulsione bituminosa eseguita prima della stesa del conglomerato con lo scopo di migliorare e garantire l'adesione ed il perfetto ancoraggio tra gli strati della pavimentazione.

La mano d'attacco deve sempre essere effettuata tra gli strati di conglomerato bituminoso e secondo le indicazioni della D.L. tra il misto cementato e lo strato di base.

Salvo diverse disposizioni del Progettista, dovrà essere utilizzata emulsione bituminosa cationica (acida) a media rottura designata, in conformità alla norma UNI EN 13808.

Le caratteristiche dell'emulsione bituminosa per la realizzazione della mano d'attacco devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA        |                 |     |               |
|--|-----------------|-----|---------------|
| REQUISITO  | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE |
| Polarità   | UNI EN 1430     | -   | Cationica     |
| Contenuto di legante+flussante                   | UNI EN 1431     | %   | >55+/-2       |
| Contenuto d'acqua                                | UNI EN 1428     | %   | 45+/-2        |
| Contenuto di flussante                           | UNI EN 1431     | %   | <3            |
| Indice di rottura                                | UNI EN13075-1   | -   | da 70 a 130   |
| Sedimentazione a 7 giorni                        | UNI EN 12847    | %   | <10           |
| Penetrazione a 25 °C<br>(sul residuo bituminoso) | UNI EN 1429     | dmm | da 70 a 220   |

|  |              |    |            |
|--|--------------|----|------------|
| Punto di rammollimento<br>(sul residuo bituminoso)       | UNI EN 1427  | °C | da 40 a 45 |
| Punto di rottura FRAASS (°C)<br>(sul residuo bituminoso) | UNI EN 12593 |    | ≤ -8       |

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

#### **Art. B.7 - MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE**

Per membrana impermeabilizzante si intende quello strato di legante bituminoso modificato che svolge contemporaneamente le funzioni di ancoraggio dello strato superiore, mano d'attacco, e di impermeabilizzazione dello strato inferiore.

A seconda del legante utilizzato può essere costituita da uno strato di bitume modificato o di emulsione da bitume modificato.

Nel primo caso dovrà essere impiegato bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD).

Il bitume modificato verrà distribuito sulla sede stradale asciutta, preventivamente pulita e depolverizzata, mediante serbatoio semovente munito di barra spruzzatrice e di pompa dosatrice. Per stendere il legante l'Impresa dovrà utilizzare macchine spruzzatrici dotate di unità autonoma di riscaldamento.

Il legante, riscaldato alla temperatura di circa 180 °C, dovrà essere spruzzato in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale in quantità di 1,0 kg/m<sup>2</sup>; la tolleranza ammessa è di ± 0,1 kg/m<sup>2</sup>. Dosaggi differenti dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

Nel secondo caso dovrà essere impiegata emulsione bituminosa proveniente bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), conforme ai requisiti specificati nella seguente tabella:

#### CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE DA BITUME MODIFICATO

| REQUISITO  | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|-----|---------------|
| Contenuto di legante+flussante                     | UNI EN 1431     | %   | >67+/-2       |
| Contenuto d'acqua                                  | UNI EN 1428     | %   | <30+/-2       |
| Contenuto di flussante                             | UNI EN 1431     | %   | <3            |
| Indice di rottura                                  | UNI EN13075-1   | -   | da 70 a 130   |
| Sedimentazione a 7 giorni                          | UNI EN 12847    | %   | <10           |
| Determinazione del potere pH                       | UNI EN 12850    | -   | <6            |
| Penetrazione a 25 °C<br>(sul residuo bituminoso)   | UNI EN 1429     | dmm | da 40 a 70    |
| Punto di rammollimento<br>(sul residuo bituminoso) | UNI EN 1427     | °C  | > 65          |
| Punto di rottura Fraass                            | UNI EN 12593    | °C  | ≤ -18         |

La quantità di emulsione bituminosa modificata spruzzata a caldo dovrà essere calibrata in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale, stesa in ragione di kg 1,5 kg/m<sup>2</sup> corrispondente a circa 1 kg/m<sup>2</sup> di residuo secco bituminoso; la tolleranza ammessa è di ± 0,1 kg/m<sup>2</sup> di residuo secco.

Dopo la spruzzatura della membrana impermeabilizzante verrà sparso un sottile velo di filler con macchinari idonei. Il filler dovrà provenire dalla frantumazione di rocce, preferibilmente, calcaree ed avrà una funzione antiaderente per consentire quindi il transito dei mezzi senza che la membrana venga danneggiata.

La quantità di filler deve essere la minima necessaria per impedire l'incollaggio delle ruote dei mezzi ed evitare eventuali rifluimenti della mano di attacco.

In alternativa al filler, in presenza di umidità elevata, potrà essere utilizzato il pietrischetto prebitumato di classe d/D 4/8 da utilizzarsi secondo le seguenti modalità.

Immediatamente dopo la spruzzatura della membrana e prima che la sua temperatura sia scesa sotto i 90 °C si provvederà alla granigliatura mediante spargimento, con apposita macchina, di pietrischetto prebitumato di classe d/D 4/8.

Il pietrischetto dovrà, preventivamente, essere perfettamente rivestito a caldo in impianto con bitume nella quantità di 0,6÷0,8% sul peso degli inerti. Il bitume usato dovrà essere di tipo modificato ovvero addittivato con 0,4% in peso da Dopes di adesione.

L'operazione di granigliatura dovrà essere immediatamente seguita dall'energica rullatura con rulli muniti di cilindro rivestito di gomma al fine di ancorare alla membrana il pietrischetto prebitumato.

Dopo l'operazione di rullatura seguirà l'asportazione di tutto il pietrischetto prebitumato eccedente e di quello non perfettamente ancorato alla membrana, mediante motospazzatrice aspirante. Al termine dell'operazione tutta la superficie trattata dovrà risultare esente da elementi sciolti e non aderenti. La quantità media di graniglia residua sarà mediamente di 10 ÷ 12 kg/m<sup>2</sup>.

La scelta del tipo di legante da utilizzare e del successivo trattamento antiaderente dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

#### **Art. B.8 - LEGANTI BITUMINOSI**

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume tal quale o modificato.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Per il confezionamento dei conglomerati bituminosi potranno essere usati le seguenti categorie di bitumi, in relazione al progetto esecutivo:

| <i>BITUMI</i>                           | Norme di riferimento |    | Tal Quale (50/70) | Modificato Soft (50/70) | Hard (50/70) | Modificato Alta lavorabilità (50/70) | ALTO MODULO  |
|---|----------------------|----|-------------------|-------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|
|   |                      |    | UNI EN 12591      | UNI EN 14023            | UNI EN 14023 | UNI EN 14023                         | UNI EN 14023 |
| Palla e anello (°C)                     | UNI 1427             | EN | 46-54             | 60-80                   | 70-90        | 70-90                                | 20-50        |
| Penetrazione (dmm)                      | UNI 1426             | EN | 50-70             | 50-70                   | 50-70        | 50-70                                | 70-90        |
| Ritorno elastico (%)                    | UNI 13398            | EN | > 60              | ≥ 70                    | ≥ 80         | ≥ 75                                 | ≥ 80         |
| Punto di rottura FRAASS (C°)            | UNI 12593            | EN | ≤ -8              | ≤ -10                   | ≤ -12        | ≤ -12                                | ≤ -12        |
| Stabilità allo stoccaggio tuben test °C | UNI 13399            | EN | -                 | ≤ 3 °C                  | ≤ 3 °C       | ≤ 3 °C                               |              |
| Viscosità dinamica a 160 °C (Pa.s)      | UNI 13302            | EN | 0,03- 0,10        | 0,10- 0,35              | 0,15- 0,4    | 0,10- 0,35                           | 0,5- 0,8     |
| <i>Valori dopo RTFOT - UNI EN 12607</i> |                      |    |                   |                         |              |                                      |              |
| Penetrazione residua (%)                | UNI 1426             | EN | ≥ 50              | ≥ 40                    | ≥ 40         | ≥ 60                                 | ≥ 30         |
| Incremento del punto di                 | UNI 1427             | EN | ≤ 11              | ≤ 8                     | ≤ 5          | ≤ 8                                  | ≤ 10         |

rammollimento (°C)

### **Art. B.9 - CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO (FRESATO)**

Per il confezionamento della miscela, oltre agli aggregati lapidei di primo impiego ed al bitume modificato, è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso di recupero (riciclato) proveniente dalla fresatura, a freddo, di pavimentazioni.

I requisiti degli aggregati costituenti il materiale riciclato dovranno essere conformi alle medesime prescrizioni previste per gli aggregati di primo impiego descritti di seguito per i diversi materiali.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero devono essere determinate in conformità alla norma UNI EN 13108-8. In particolare il cumulo deve essere privo di materie estranee ed il materiale, prima dell'impiego, deve essere opportunamente vagliato per evitare l'inserimento di elementi delle dimensioni superiori a quelle massime della miscela finale. Devono essere accertate il tipo, la quantità e le proprietà del legante e degli aggregati costituenti.

Il conglomerato bituminoso dovrà essere confezionato mediante impianti fissi, automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte, attrezzati per il riscaldamento separato del materiale riciclato al fine di contenere al minimo i danni dovuti al riscaldamento del bitume presente nel fresato.

L'umidità del fresato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4% in peso; nel caso di valori superiori la produzione di conglomerato bituminoso, con fresato, deve essere sospesa.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso riciclato e la quantità di utilizzo dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

Qualora non fossero soddisfatti i requisiti previsti, anche relativamente alle temperature di riscaldamento degli aggregati, o in seguito a verifiche di non adeguata omogeneità dei componenti dovrà essere diminuita la percentuale di materiale da riciclare.

### **Art. B.10 - ADDITIVI**

Nel caso di impiego del conglomerato bituminoso riciclato potranno essere utilizzati speciali Attivanti Chimici Funzionali (ACF) per rigenerare le caratteristiche di viscosità ed adesività possedute dal bitume invecchiato e soddisfare le prescrizioni finali richieste per la miscela.

Gli Attivanti Chimici Funzionali devono avere le caratteristiche chimico-fisiche descritte nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE DEGLI ATTIVANTI DI RIGENERAZIONE (ACF) |               |          |                  |
|--|---------------|----------|------------------|
| REQUISITO  | METODO PROVA  | DI UM    | VALORE LIMITE    |
| Densità a 25 °C  | ASTM D-1298   | -        | da 0,900 a 0,950 |
| Punto di infiammabilità                                | ASTM D-92     | °C       | 200              |
| Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$         | SNV 671908/74 | Pa*s     | da 0,03 a 0,05   |
| Solubilità in tricloroetilene (in peso)                | ASTM D-2042   | %        | 99,5             |
| Numero di neutralizzazione                             | IP 213        | mg/KOH/g | da 1,5 a 2,5     |
| Contenuto di acqua (in volume)                         | ASTM D-95     | %        | 1                |
| Contenuto di azoto (in peso)                           | ASTM D-3228   | %        | da 0,8 a 1,0     |

La percentuale di impiego deve essere stabilita e validata con prove sulla miscela di conglomerato bituminoso.

Le caratteristiche e la quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

**CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO****Art. B11 - PRESCRIZIONI GENERALI**

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire le prove sperimentali preliminari sull'idoneità dei materiali costituenti da utilizzare (aggregati lapidei, leganti bituminosi, conglomerato bituminoso riciclato, additivi); i risultati di tali prove dovranno essere presentati in uno studio di "mix design" e determineranno l'accettazione dei materiali.

L'Impresa è tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori (almeno due settimane) e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare.

L'impresa dovrà provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione. A tale scopo l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i "mix design" delle composizioni ottimali.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche alla voce 'Procedura di studio con pressa giratoria'.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio da essa incaricato e autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Qualora l'Impresa fornisca un prodotto con caratteristiche compositive innovative, la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere prove comparative con materiali tradizionali corrispondenti, presso un proprio laboratorio da essa incaricato e autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21.

I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

**Nello studio di mix design dovrà essere indicato il livello di frequenza di controllo (livello X,Y,Z) dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso secondo la descrizione riportata nella norma UNI EN 13108-21.**

Lo studio di mix design ha validità fino ad un massimo di 5 anni. Qualora uno o più componenti della miscela dovessero essere modificati nelle quantità oppure nella provenienza, è necessario riformulare un nuovo studio per la miscela ottimale.

**Art. B.12 - PROCEDURA DI STUDIO DELLE MISCELE CON PRESSA GIRATORIA**

L'Impresa dovrà formulare la miscela ottimale secondo il metodo Volumetrico con pressa giratoria al fine di individuare, in funzione della composizione granulometrica, la quantità effettiva di bitume e le densità ottimali del conglomerato bituminoso all'incrementare del grado di compattazione che questo subisce.

Il macchinario, pressa giratoria, dovrà avere la seguente configurazione:

| CONDIZIONI DI PROVA:   |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| angolo di rotazione:   | 1,25° +0,02°                          |
| velocità di rotazione: | 30 rotazioni/minuto                   |
| pressione verticale:   | kPa 600                               |
| diametro del provino:  | 150 mm per miscele di base, binder    |
|                        | 100/150 mm per miscele di usura e SMA |

La miscela è posta nelle fustelle e compattata alla temperatura ottimale di posa in opera che varia in relazione al tipo di bitume impiegato. Prima della procedura di compattazione ogni fustella va posta in forno alla stessa temperatura a cui viene portato il conglomerato.

I valori di riferimento per il controllo delle densità in opera sono quelli corrispondenti a Dp ovvero alla densità ottimale di progetto; il numero di giri necessari per ottenere tali densità (Np) deve essere dichiarato



dall'Impresa nello studio di mix design assieme a  $D_{max}$ , densità della miscela a fine vita utile (corrispondente a volume di vuoti come rappresentato in tabella).

Per ogni materiale studiato deve essere costruita la curva di addensamento su grafico densità (o % vuoti)/numero di giri e devono essere registrati i numero di rivoluzioni corrispondenti a:

| Densità<br>miscela | della | Numero di giri<br>di mix design                      | Valori                             |
|--------------------|-------|--|------------------------------------|
| Sigla              |       |  | vuoti base-binder      vuoti usura |
| $D_{10g}$          |       | $N_{10g} = 10$                                       | da 10% a 15%      da 12% a 17%     |
| $D_p$              |       | $N_p =$ da definire<br>nello studio di<br>mix design | da 4% a 6%      da 4,5% a 7%       |
| $D_{max}$          |       | $N_{max} = 200 \pm 20$<br>(valore<br>indicativo)     | $\leq 2,0\%$ $\leq 2,5\%$          |

Per i conglomerati rispondenti alle norme di prodotto UNI EN 13108-1 (conglomerati bituminosi prodotti a caldo) e UNI EN 13108-5 (conglomerati bituminosi antisdrucolo chiuso o SMA), non sono ammesse miscele che hanno valori di vuoti eccedenti le prescrizioni riportate in tabella.

| Densità<br>miscela | della | Numero di giri<br>di mix design                      | Valori      |
|--------------------|-------|--|-------------|
| Sigla              |       |  | vuoti SMA   |
| $D_{10g}$          |       | $N_{10g} = 10$                                       | da 8% a 13% |
| $D_p$              |       | $N_p =$ da definire<br>nello studio di<br>mix design | da 3% a 6%  |
| $D_{max}$          |       | $N_{max} = 200 \pm 20$<br>(valore<br>indicativo)     | $< 2,0\%$   |

| Densità<br>miscela | della | numero di giri<br>di mix design | Valori         |
|--------------------|-------|---------------------------------|----------------|
| sigla              |       |                                 | vuoti drenante |
| $D_{10g}$          |       | $N_{10g} = 10$                  | $> 26\%$       |
| $D_p$              |       | $N_p =$ da definire             | da 16% a 18%   |

|           |   |         |
|-----------|---|---------|
|           | nello studio di<br>mix design                 |         |
| $D_{max}$ | $N_{max}=110\pm 20$<br>(valore<br>indicativo) | $>14\%$ |

Non sono ammesse miscele che hanno valori di vuoti eccedenti le prescrizioni riportate in tabella. Il controllo delle densità sul materiale prelevato in opera dovrà verificare la rispondenza della curva di addensamento della miscela ed in particolare deve essere verificata la densità  $D_p$  al numero di giri corrispondente  $N_p$ . Si rende quindi necessario che, prima dei controlli, al laboratorio della DL venga fatto pervenire lo studio di mix design dell'Impresa.

#### VERIFICA DELLE DENSITÀ OTTENUTE SUI PROVINI CILINDRICI COSTIPATI:

Dal momento che, con pressa giratoria, la densità del materiale è calcolata secondo metodo geometrico e il provino non ha una superficie completamente liscia, nella fase di qualifica del materiale, il peso di volume del campione dovrà essere normalizzato attraverso un coefficiente di correzione ottenuto come:

$C = P_{vol} \text{ misurato} / P_{vol} \text{ geometrico}$

$P_{vol} \text{ misurato}$  = peso di volume del campione costipato a  $N_{max}$  misurato secondo la UNI EN 12697-6 procedura A/B/C in relazione al tipo di miscela impiegata

$P_{vol} \text{ geometrico}$  = peso di volume geometrico del campione a  $N_{max}$ .

Il coefficiente di correzione  $C$  così determinato consente di determinare il peso di volume del conglomerato compattato a qualsiasi giro secondo la formula:

$P_{vol_{corr}} = C * P_{vol} \text{ geometrico}$

Dovrà essere prodotto un ulteriore provino al numero di giri  $N_p$  corrispondenti al grado di addensamento ottimale scelto e dovrà essere verificata la sua densità *effettiva* (peso di volume effettivo) mediante i metodi di misura riportate nella norma corrispondente: il valore risultante da tale prova corrisponde a  $D_p$ .

Tale prescrizione ha lo scopo di mettere in relazione il metodo di prova per determinare il valore della densità di progetto  $D_p$  derivante dallo studio della miscela, con quello impiegato per valutare le densità delle carote prelevate dalla pavimentazione (i cui valori vengono determinati in conformità alla norma UNI EN 12697-6).

#### CONTENUTI DELLO STUDIO DI MIX DESIGN

Il produttore, nello studio di qualifica della miscela deve esplicitare:

Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali costituenti come specificato nelle presenti Norme Tecniche

Caratteristiche meccaniche e compositive della miscela come specificato nelle presenti Norme Tecniche

Parametri di studio e di controllo della miscela:

$N_{10g}$

$N_p$

$N_{max}$

$T$  °C di costipamento del materiale

I conglomerati bituminosi utilizzati dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate della serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere accompagnato dal marchio CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

Si prescrive che la caratterizzazione delle miscele attraverso le prove di tipo iniziali avvenga attraverso *approccio fondamentale* piuttosto che *approccio empirico*.

Nella tabella seguente sono riportati i tipi di conglomerato bituminoso prodotti a caldo in impianto e specificati nelle presenti Prescrizioni tecniche:

| TIPOLOGIE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO |                              |                                     |                   |    |
|--|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|----|
| TIPO DI MISCELA  | DIMENSIONE MASSIMA AGGREGATI | TIPO DI BITUME                      | NORMA RIFERIMENTO | DI |
| BASE BITUME TAL QUALE                                  | 31,5-40                      | Normale Pen 50-70                   | UNI EN 13108-1    |    |
| BASE BITUME MODIFICATO                                 | 31,5-40                      | Modificato soft/hard                | UNI EN 13108-1    |    |
| BINDER BITUME TAL QUALE                                | 16-20                        | Normale Pen 50-70                   | UNI EN 13108-1    |    |
| BINDER BITUME MODIFICATO                               | 16-20                        | Modificato soft/hard                | UNI EN 13108-1    |    |
| BINDER ALTO MODULO                                     | 16-20                        | Modificato alto modulo              | UNI EN 13108-1    |    |
| USURA BITUME TAL QUALE                                 | 10-12,5                      | Normale Pen 50-70                   | UNI EN 13108-1    |    |
| USURA BITUME MODIFICATO                                | 10-12,5                      | Modificato soft/alta lavorabilità   | UNI EN 13108-1    |    |
| RISAGOMATURA   | 6                            | Normale Pen 50-70/alta lavorabilità | UNI EN 13108-1    |    |
| SMA  | 12,5-14                      | Modificato hard                     | UNI EN 13108-5    |    |
| DRENANTE   | 16-20                        | Modificato hard                     | UNI EN 13108-7    |    |
| Microtappeto a caldo BBTM                              |                              | Normale pen 50/70                   | UNI EN 13108-2    |    |

#### **Art. B.13 - MATERIALI COSTITUENTI**

##### **AGGREGATI LAPIDEI DA IMPIEGARE NELLE MISCELE**

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati nei conglomerati bituminosi a caldo, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE e conseguente Decreto di applicazione 16/11/2009 – GU n. 40 del 18/02/2010;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 " Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 2$  mm e  $D \leq 45$  mm e non dovrà provenire da rocce scistose o degradate; potrà invece essere costituito da aggregati naturali quali ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi di alterazione (polvere o materiali estranei), o aggregati artificiali quali scorie di acciaierie, argilla espansa etc. L'impiego di scorie è assoggettato al rispetto delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-2; i risultati delle prove previste da questa norma dovranno essere inserite nello studio di mix design.

Gli aggregati per miscele bituminose, oltre alle caratteristiche obbligatorie indicate nel GU n. 40 del 18/02/2010, dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

| REQUISITO | METODO DI PROVA | CATEGORIA (UNI EN 13043) | REQUISITI ULTERIORI | MATERIALE |
|-----------|-----------------|--------------------------|---------------------|-----------|
|-----------|-----------------|--------------------------|---------------------|-----------|

|  |            |                 |                   |     |                 |
|--|------------|-----------------|-------------------|-----|-----------------|
| Resistenza<br>frammentazione           | alla       | UNI EN 1097-2   | LA <sub>25</sub>  | -   | BASE BINDER     |
|  |            |                 | LA <sub>20</sub>  | -   | BINDER AM       |
|  |            |                 | LA <sub>20</sub>  | -   | USURA           |
|  |            |                 | LA <sub>20</sub>  | -   | SMA<br>DRENANTE |
| Resistenza al<br>gelo/disgelo          |            | UNI EN 1367-1   | F <sub>1</sub>    | -   | BASE BINDER     |
| Percentuale di<br>superfici frantumate |            | UNI EN 933-5    | C <sub>95/1</sub> | -   | BASE BINDER     |
|  |            |                 | C <sub>95/1</sub> | -   | USURA           |
| Percentuale di<br>superfici frantumate |            | UNI EN 933-5    | C <sub>100</sub>  | -   | SMA<br>DRENANTE |
| Affinità ai<br>bituminosi              | ai leganti | UNI EN 12697-11 | -                 | <5% | BASE BINDER     |
|  |            |                 |                   |     | USURA           |
|  |            |                 |                   |     | SMA             |
|  |            |                 |                   |     | DRENANTE        |
| Coefficiente<br>appiattimento          | di         | UNI EN 933-3    | FI <sub>15</sub>  | -   | BASE BINDER     |
|  |            |                 | FI <sub>10</sub>  | -   | USURA           |
|  |            |                 |                   | -   | SMA             |
|  |            |                 |                   | -   | DRENANTE        |
| Resistenza<br>levigazione              | alla       | UNI EN 1097-8   | PSV <sub>44</sub> | -   | USURA           |
|  |            |                 |                   | -   | SMA<br>DRENANTE |

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato.

Gli aggregati fini per miscele bituminose, oltre alle caratteristiche obbligatorie indicate nel GU n. 40 del 18/02/2010, dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

#### CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE

| REQUISITO             | METODO<br>DI PROVA | CATEGORIA<br>(UNI 13043) | EN | REQUISITI<br>ULTERIORI | MATERIALE       |
|-----------------------|--------------------|--------------------------|----|------------------------|-----------------|
| Equivalente in sabbia | UNI EN 933-8       | -                        |    | SE >70%                | BASE BINDER     |
|                       |                    |                          |    |                        | BINDER AM       |
|                       |                    |                          |    | SE >75%                | USURA           |
|                       |                    |                          |    | SE >70%                | SMA<br>DRENANTE |

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato.

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e possono essere utilizzati oltre a materiale proveniente da frantumazione di rocce calcaree anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti. Queste, per poter essere impiegate nelle miscele, dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-4 le cui risultanze devono essere inserite nello studio di mix design.

Le caratteristiche del filler sono le seguenti:

**CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER**

| REQUISITO   | METODO<br>DI PROVA        | CATEGORIA<br>(UNI<br>13043) | EN | REQUISITI<br>ULTERIORI                               |
|---|---------------------------|-----------------------------|----|--|
| Indice<br>di plasticità                             | UNI CEN<br>ISO/TS 1789-12 | -                           |    | N.P.   |
|   |                           |                             |    | BASE BINDER<br>BINDER AM<br>USURA<br>SMA<br>DRENANTE |
| Porosità del filler<br>compattato secco<br>(Ridgen) | UNI EN 1097-4             | V <sub>28/45</sub>          | -  |  |
|   |                           |                             |    | BASE BINDER<br>BINDER AM<br>USURA<br>SMA<br>DRENANTE |
| Palla anello<br>(filler/bitume= 1,5)                | UNI EN 13179-1            | $\Delta_{R\&B8/16}$         | -  |  |
|   |                           |                             |    | BASE BINDER<br>BINDER AM<br>USURA<br>SMA<br>DRENANTE |

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato.

**STRATO DI BASE****Art. B.14 - DESCRIZIONE**

Lo strato di base è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la pre-compattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

**Art. B.15 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 ed UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

| APERTURA SETACCI<br>(mm) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) |
|--------------------------|--------------------------|
| 40                       | 100                      |
| 31,5                     | 90 - 100                 |
| 20                       | 65 - 90                  |

|       |         |
|-------|---------|
| 12,5  | 48 - 80 |
| 8     | 36 - 65 |
| 4     | 25 - 50 |
| 2     | 18 - 38 |
| 0,5   | 7 - 22  |
| 0,25  | 5-15    |
| 0,063 | 4 - 7   |

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

| CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE) |                     |           |    |               |                            |
|---|---------------------|-----------|----|---------------|----------------------------|
| REQUISITO   | METODO DI PROVA     | SIMBOLO   | UM | VALORE LIMITE | CATEGORIA (UNI EN 13108-1) |
| Contenuto di legante (riferito alla miscela)                | UNI EN 12697-1 e 39 | $B_{min}$ | %  | $\geq 3,8$    | $B_{min3,8}$               |

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| REQUISITO                                  | METODO DI PROVA                   | SIMBOLO       | UM                | VALORE LIMITE con bitume tal quale | VALORE LIMITE con bitume modificato |
|--|-----------------------------------|---------------|-------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Densità al numero di giri $N_p$            | UNI EN 12697-31<br>UNI EN 12697-6 | $\rho_{(np)}$ | $Kg/m^3$          | $D_p$                              |                                     |
| Modulo di rigidezza a 20 °C                | UNI EN 12697-26                   | $S_{min}$     | MPa               | > 2500                             | > 4000                              |
| Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C | UNI EN 12697-23                   | $ITS$         | N/mm <sup>2</sup> | >1,3                               | >1,8                                |
| Sensibilità all'acqua                      | UNI EN 12697-12                   | $ITSR$        | %                 | >75                                | >75                                 |

#### CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla  $D_p$  densità di progetto.

#### CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a  $N_p$
- La densità del provino compattato  $D_p$  deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta in opera al momento

*del prelievo; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.*

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

#### CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE

*(Requisiti prestazionali per elevati volumi di traffico)*

| REQUISITO                               | METODO DI PROVA           | SIMBOLO    | UM          | VALORE LIMITE |
|---|---------------------------|------------|-------------|---------------|
| Resistenza alla deformazione permanente | UNI EN 12697-25 (proc. B) | $f_{cmax}$ | $\mu m/m/n$ | <0,8          |

*In alternativa*

|   |   |             |                          |      |
|---|---|-------------|--------------------------|------|
| Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento) | UNI EN 12697-22 (disp. Piccolo) a 50 °C | $WTS_{AIR}$ | mm/10 <sup>3</sup> cicli | <0,8 |
|---|---|-------------|--------------------------|------|

- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione alla densità Dp con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

#### LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)

| REQUISITO                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE MINIMO (alla stesa) | VALORE MASSIMO (alla produzione) |
|---------------------------|-----------------|----|----------------------------|----------------------------------|
| Temperatura della miscela | UNI EN 12697-13 | °C | ≥150                       | ≤180                             |

#### **Art. B.16 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO**

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

#### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE

*(Grado di compattazione per confronto delle densità)*

| REQUISITO                                  | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|----|---------------|
| Grado di compattazione (per ogni campione) | UNI EN 12697-6  | %  | ≥ 96          |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità Dp della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

#### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE

*(Vuoti residui del campione prelevato in opera)*

| REQUISITO | METODO DI PROVA | SIMBOLO | UM | VALORE LIMITE |
|-----------|-----------------|---------|----|---------------|
|-----------|-----------------|---------|----|---------------|

|  |                |            |   |     |
|--|----------------|------------|---|-----|
| Vuoti residui<br>(massimo per ogni campione) | UNI EN 12697-8 | $V_{\max}$ | % | < 9 |
|--|----------------|------------|---|-----|

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

#### CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI BASE

| REQUISITO  | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|----|---------------|
| Regolarità della superficie<br>(regolo da mm 3000) | UNI EN 13036-7  | mm | <4            |

### STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

#### Art. B.17 - DESCRIZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; non è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

#### Art. B.18 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

|                          | BINDER 0-16              | BINDER 0-20              |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| APERTURA SETACCI<br>(mm) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) |
| 20                       | -                        | 100                      |
| 16                       | 100                      | 85 - 100                 |
| 12,5                     | 70 - 100                 | 70 - 90                  |
| 8                        | 52 - 75                  | 52 - 75                  |
| 4                        | 36 - 58                  | 36 - 58                  |
| 2                        | 25 - 42                  | 25 - 42                  |



|       |         |         |
|-------|---------|---------|
| 0,5   | 10 - 23 | 10 - 23 |
| 0,25  | 5 - 15  | 5 - 15  |
| 0,063 | 4 - 7   | 4 - 7   |

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

#### CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)

| REQUISITO   | METODO DI PROVA     | SIMBOLO          | UM | VALORE LIMITE | CATEGORIA (UNI EN 13108) |
|---|---------------------|------------------|----|---------------|--------------------------|
| Contenuto di legante per BINDER 0/20<br>(riferito alla miscela) | UNI EN 12697-1 e 39 | B <sub>min</sub> | %  | ≥4,4          | B <sub>min4,4</sub>      |
| Contenuto di legante per Binder 0/16<br>(riferito alla miscela) | UNI EN 12697-1 e 39 | B <sub>min</sub> | %  | ≥4,8          | B <sub>min4,8</sub>      |

Il legante contenuto nella miscela dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| REQUISITO                                  | METODO DI PROVA | SIMBOLO          | UM                | VALORE LIMITE con bitume quale | VALORE LIMITE con bitume modificato |
|--|-----------------|------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
|  | UNI EN 12697-31 |                  |                   |                                |                                     |
| Densità al numero di giri Np               | UNI EN 12697-6  | $\rho_{(np)}$    | Kg/m <sup>3</sup> | Dp                             |                                     |
| Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C | UNI EN 12697-23 | ITS              | N/mm <sup>2</sup> | >1,5                           | >2,2                                |
| Sensibilità all'acqua                      | UNI EN 12697-12 | ITSR             | %                 | >75                            | >75                                 |
| Modulo di rigidezza a 20 °C                | UNI EN 12697-26 | S <sub>min</sub> | MPa               | > 4000                         | >5 500                              |

#### CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D<sub>p</sub> densità di progetto.

#### CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np
- La densità del provino compattato Dp deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

#### CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO

*(Requisiti prestazionali facoltativi)*

| REQUISITO                               | METODO PROVA    | DI | SIMBOLO    | UM          | VALORE LIMITE |
|---|-----------------|----|------------|-------------|---------------|
| Resistenza alla deformazione permanente | UNI EN 12697-25 |    | $f_{cmax}$ | $\mu m/m/n$ | <0,8          |

*In alternativa*

|   |                         |  |             |      |                |
|---|-------------------------|--|-------------|------|----------------|
| Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento) | UNI EN 12697-22 a 50 °C |  | $WTS_{AIR}$ | <0,8 | $WTS_{AIR0,8}$ |
|---|-------------------------|--|-------------|------|----------------|

- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità massima.

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

#### LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)

| REQUISITO                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE MINIMO (alla stesa) | VALORE MASSIMO (alla produzione) |
|---------------------------|-----------------|----|----------------------------|----------------------------------|
| Temperatura della miscela | UNI EN 12697-13 | °C | $\geq 150$                 | $\leq 180$                       |

#### Art. B.19 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

#### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO

*(Grado di compattazione per confronto delle densità)*

| REQUISITO                                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|---|-----------------|----|---------------|
| Grado di addensamento (per ogni campione) | UNI EN 12697-6  | %  | $\geq 96$     |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità  $D_p$  della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

#### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)

| REQUISITO | METODO DI PROVA | SIMBOLO | UM | VALORE LIMITE |
|-----------|-----------------|---------|----|---------------|
|-----------|-----------------|---------|----|---------------|

|  |                |           |   |     |
|--|----------------|-----------|---|-----|
| Vuoti residui<br>(massimo per ogni campione) | UNI EN 12697-8 | $V_{max}$ | % | < 9 |
|--|----------------|-----------|---|-----|

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12696-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

#### CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO

| REQUISITO  | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|----|---------------|
| Regolarità della superficie<br>(regolo da mm 3000) | UNI EN 13036-7  | mm | <4            |
| Resistenza di attrito radente (PTV)*               | UNI EN 13036-4  | -  | ≥45           |
| Macrorugosità superficiale (HS)*                   | UNI EN 13036-1  | mm | ≥0,25         |

\*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare solo per il Binder 0/16.

### STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO

#### Art. B.20 - **DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE**

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

La caratteristica principale di questo tipo di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale mediante una ripartizione dei carichi che favorisce una riduzione degli sforzi e delle conseguenti deformazioni sugli strati inferiori.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

#### Art. B.21 - **CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento ad alto modulo dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

| APERTURA SETACCI<br>(mm) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) |
|--------------------------|--------------------------|
| 31,5                     | 100                      |
| 20                       | 90 - 100                 |
| 16                       | 73 - 100                 |
| 12,5                     | 60 - 88                  |

|       |         |
|-------|---------|
| 8     | 45 - 72 |
| 4     | 27 - 56 |
| 2     | 20 - 45 |
| 0,5   | 8 - 27  |
| 0,25  | 6 - 18  |
| 0,063 | 8 - 14  |

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

| CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE<br>(MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO) |                     |                  |    |               |                             |
|---|---------------------|------------------|----|---------------|-----------------------------|
| REQUISITO   | METODO DI PROVA     | SIMBOLO          | UM | VALORE LIMITE | CATEGORIA<br>(UNI EN 13108) |
| Contenuto di legante<br>(riferito alla miscela)                                       | UNI EN 12697-1 e 39 | B <sub>min</sub> | %  | ≥5,0          | B <sub>min5,0</sub>         |

Il conglomerato bituminoso binder ad alto modulo dovrà essere specificato mediante parametri prestazionali quali Modulo di Rigidezza e Resistenza alla fatica.

Le caratteristiche richieste dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| REQUISITO                                | METODO DI PROVA                   | DI | SIMBOLO          | UM                | VALORE LIMITE  |
|--|-----------------------------------|----|------------------|-------------------|----------------|
| Densità al numero di giri N <sub>p</sub> | UNI EN 12697-31<br>UNI EN 12696-6 |    | $\rho_{(np)}$    | Kg/m <sup>3</sup> | D <sub>p</sub> |
| Modulo di rigidezza a 20 °C              | UNI EN 12697-26<br>All. A, B, C   |    | S <sub>min</sub> | MPa               | >10000         |
| Modulo di rigidezza a 30 °C              | UNI EN 12697-26<br>All. A, B, C   |    | S <sub>min</sub> | MPa               | >4500          |
| Sensibilità all'acqua                    | UNI EN 12697-12                   |    | ITSR             | %                 | >90            |
| Resistenza a fatica                      | UNI EN 12697-24<br>All. A, D      |    | ε <sub>6</sub>   | -                 | >110           |

#### CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D<sub>p</sub> densità di progetto.

#### CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N<sub>p</sub>
- La densità del provino compattato D<sub>p</sub> deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

**LIMITI DELLA TEMPERATURA****(MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)**

| REQUISITO                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE MINIMO<br>(alla stesa) | VALORE MASSIMO<br>(alla produzione) |
|---------------------------|-----------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura della miscela | UNI EN 12697-13 | °C | ≥160                          | ≤185                                |

**Art. B.22 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO**

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

**ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO**

(Grado di compattazione per confronto delle densità)

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|----|---------------|
| Grado di addensamento<br>(per ogni campione) | UNI EN 12697-6  | %  | ≥ 98          |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità  $D_p$  della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

**ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO**

(Vuoti residui del campione prelevato in opera)

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA | SIMBOLO   | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|-----------|----|---------------|
| Vuoti residui<br>(massimo per ogni campione) | UNI EN 12697-8  | $V_{max}$ | %  | < 6,5         |

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

**CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO**

| REQUISITO  | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|----|---------------|
| Regolarità della superficie<br>(regolo da mm 3000) | UNI EN 13036-7  | mm | <4            |
| Resistenza di attrito radente<br>(PTV)*            | UNI EN 13036-4  | -  | ≥45           |
| Macrorugosità superficiale<br>(HS)*                | UNI EN 13036-1  | mm | ≥0,25         |

\*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.

**STRATO DI USURA 0/12,5****Art. B.23 - DESCRIZIONE**

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

**Art. B.24 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

| USURA 0-12,5             |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| APERTURA SETACCI<br>(mm) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) |
| 12,5                     | 100                      |
| 8                        | 90 - 100                 |
| 4                        | 44 - 64                  |
| 2                        | 28 - 42                  |
| 0,5                      | 12 - 24                  |
| 0,25                     | 8 - 18                   |
| 0,063                    | 6 - 10                   |

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

| CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA) |                     |                  |    |               |                             |
|--|---------------------|------------------|----|---------------|-----------------------------|
| REQUISITO  | METODO DI PROVA     | SIMBOLO          | UM | VALORE LIMITE | CATEGORIA<br>(UNI EN 13108) |
| Contenuto di legante<br>(riferito alla miscela)              | UNI EN 12697-1 e 39 | B <sub>min</sub> | %  | ≥5,0          | B <sub>min5,0</sub>         |

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| REQUISITO                                  | METODO PROVA                      | DI | SIMBOLO       | UM                | VALORE LIMITE con bitume quale | VALORE LIMITE con bitume modificato |
|--|-----------------------------------|----|---------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Densità al numero di giri Np               | UNI EN 12697-31<br>UNI EN 12697-6 |    | $\rho_{(np)}$ | $Kg/m^3$          | $Dp$                           |                                     |
| Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C | UNI EN 12697-23                   |    | ITS           | N/mm <sup>2</sup> | >1,5                           | >2,0                                |

|                             |                 |           |     |        |        |
|-----------------------------|-----------------|-----------|-----|--------|--------|
| Sensibilità all'acqua       | UNI N 12697-12  | ITSR      | %   | >75    | >75    |
| Modulo di rigidezza a 20 °C | UNI EN 12697-26 | $S_{min}$ | MPa | > 2500 | > 4000 |

**CONDIZIONI DI PROVA:**

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla  $D_p$  densità di progetto.

**CONDIZIONI DI CONTROLLO DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:**

- Il materiale deve essere compattato alla  $T$  °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a  $N_p$
- La densità del provino compattato  $D_p$  deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

**CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (*Requisiti prestazionali facoltativi*)**

| REQUISITO                               | METODO DI PROVA | SIMBOLO    | UM          | VALORE LIMITE |
|---|-----------------|------------|-------------|---------------|
| Resistenza alla deformazione permanente | UNI EN 12697-25 | $f_{cmax}$ | $\mu m/m/n$ | <0,8          |

***In alternativa***

|   |                         |             |                   |     |
|---|-------------------------|-------------|-------------------|-----|
| Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento) | UNI EN 12697-22 a 50 °C | $WTS_{AIR}$ | $mm10^3ci$<br>cli | <10 |
|---|-------------------------|-------------|-------------------|-----|

- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità di progetto.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

**LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)**

| REQUISITO                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE MINIMO<br>(alla stesa) | VALORE MASSIMO<br>(alla produzione) |
|---------------------------|-----------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura della miscela | UNI EN 12697-13 | °C | $\geq 150$                    | $\leq 180$                          |

**Art. B.25 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO**

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

**ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)**

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|----|---------------|
| Grado di addensamento<br>(per ogni campione) | UNI EN 12697-6  | %  | $\geq 97$     |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità  $D_p$  della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

#### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA | SIMBOLO   | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|-----------|----|---------------|
| Vuoti residui<br>(massimo per ogni campione) | UNI EN 12697-8  | $V_{max}$ | %  | < 10          |

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

#### CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA

| REQUISITO  | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|-----|---------------|
| Regolarità della superficie<br>(regolo da mm 3000) | UNI EN 13036-7  | mm  | <4            |
| Resistenza di attrito radente                      | UNI EN 13036-4  | PTV | ≥55           |
| Macrorugosità superficiale<br>(HS)                 | UNI EN 13036-1  | mm  | ≥0,40         |

### STRATO DI USURA 0/8 e RISAGOMATURA FINE 0/6

#### Art. B.26 - DESCRIZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

#### Art. B.27 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

|                          | USURA 0-8                | USURA 0-6                |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| APERTURA SETACCI<br>(mm) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) |
| 8                        | 100                      | 100                      |
| 6                        | 80-100                   | 100-100                  |
| 4                        | 50 - 85                  | 35 - 100                 |



|       |         |         |
|-------|---------|---------|
| 2     | 25 - 60 | 25 - 45 |
| 0,5   | 10 - 30 | 13 - 26 |
| 0,25  | 8 - 20  | 8 - 18  |
| 0,063 | 6 - 10  | 6 - 10  |

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

#### CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE

| REQUISITO                                       | METODO DI PROVA     | SIMBOLO          | UM | VALORE LIMITE | CATEGORIA<br>(UNI EN 13108) |
|---|---------------------|------------------|----|---------------|-----------------------------|
| Contenuto di legante<br>(riferito alla miscela) | UNI EN 12697-1 e 39 | B <sub>min</sub> | %  | ≥5,2          | B <sub>min5,2</sub>         |

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| REQUISITO                                  | METODO DI PROVA                   | SIMBOLO          | UM                | VALORE LIMITE |
|--|-----------------------------------|------------------|-------------------|---------------|
| Densità al numero di giri Np               | UNI EN 12697-31<br>UNI EN 12697-6 | $\rho_{(np)}$    | Kg/m <sup>3</sup> | Dp            |
| Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C | UNI EN 12697-23                   | ITS              | N/mm <sup>2</sup> | >1,2          |
| Sensibilità all'acqua                      | UNI N 12697-12                    | ITSR             | %                 | >75           |
| Modulo di rigidezza a 20 °C                | UNI EN 12697-26                   | S <sub>min</sub> | MPa               | > 2700        |

#### CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D<sub>p</sub> densità di progetto.

#### CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np
- La densità del provino compattato Dp deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

#### LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI RISAGOMATURA)

| REQUISITO | METODO DI PROVA | UM | VALORE MINIMO<br>(alla stesa) | VALORE MASSIMO<br>(alla produzione) |
|-----------|-----------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|
|-----------|-----------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|

|                           |                 |    |      |      |
|---------------------------|-----------------|----|------|------|
| Temperatura della miscela | UNI EN 12697-13 | °C | ≥150 | ≤180 |
|---------------------------|-----------------|----|------|------|

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

#### CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI RISAGOMATURA

(Requisiti prestazionali facoltativi)

| REQUISITO                               | METODO DI PROVA | SIMBOLO    | UM     | VALORE LIMITE |
|---|-----------------|------------|--------|---------------|
| Resistenza alla deformazione permanente | UNI EN 12697-25 | $f_{cmax}$ | µm/m/n | <0,8          |

In alternativa

|   |                         |             |                          |     |
|---|-------------------------|-------------|--------------------------|-----|
| Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento) | UNI EN 12697-22 a 50 °C | $WTS_{AIR}$ | mm10 <sup>3</sup> ci cli | <10 |
|---|-------------------------|-------------|--------------------------|-----|

- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità di progetto.

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

#### LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI RISAGOMATURA)

| REQUISITO                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE MINIMO<br>(alla stesa) | VALORE MASSIMO<br>(alla produzione) |
|---------------------------|-----------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura della miscela | UNI EN 12697-13 | °C | ≥150                          | ≤180                                |

#### Art. B.28 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

#### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA

(Grado di compattazione per confronto delle densità)

| REQUISITO                                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|---|-----------------|----|---------------|
| Grado di addensamento (per ogni campione) | UNI EN 12697-6  | %  | > 98          |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità  $D_p$  della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

**ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI RISAGOMATURA**

(Vuoti residui del campione prelevato in opera)

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA | SIMBOLO    | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|------------|----|---------------|
| Vuoti residui<br>(massimo per ogni campione) | UNI EN 12697-8  | $V_{\max}$ | %  | < 9           |

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

**CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI RISAGOMATURA**

| REQUISITO  | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|-----|---------------|
| Regolarità della superficie<br>(regolo da mm 3000) | UNI EN 13036-7  | mm  | <4            |
| Resistenza di attrito radente                      | UNI EN 13036-4  | PTV | ≥55           |
| Macrorugosità superficiale<br>(HS)                 | UNI EN 13036-1  | mm  | ≥0,3          |

**SMA - SPLIT MASTIX ASPHALT (Antisdrucciolo chiuso)****Art. B.29 - DESCRIZIONE**

Lo strato di usura antisdrucciolo chiuso è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura antisdrucciolo deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-5.

**Art. B.30 - MATERIALI COSTITUENTI****AGGREGATI LAPIDEI**

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura antisdrucciolo chiuso il Produttore potrà utilizzare filler di apporto e calce idrata o filler di apporto e microfibre.

**LEGANTE**

Il bitume da utilizzare dovrà essere del tipo modificato con polimeri, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), ed essere conforme alla Norma UNI EN 14023.

**Art. B.31 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura antisdrucciolo chiuso dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

| APERTURA SETACCI<br>(mm) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) |
|--------------------------|--------------------------|
| 14                       | 100                      |
| 12,5                     | 90 - 100                 |
| 8                        | 58 - 83                  |
| 4                        | 27 - 44                  |
| 2                        | 20 - 30                  |
| 0,5                      | 13 - 23                  |
| 0,25                     | 11-20                    |
| 0,063                    | 8 - 13                   |

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

| CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO SMA) |                     |                  |    |               |                               |
|--|---------------------|------------------|----|---------------|-------------------------------|
| REQUISITO  | METODO DI PROVA     | SIMBOLO          | UM | VALORE LIMITE | CATEGORIA<br>(UNI EN 13108-5) |
| Contenuto di legante<br>(riferito alla miscela)  | UNI EN 12697-1 e 39 | B <sub>min</sub> | %  | ≥5,6          | B <sub>min5,6</sub>           |

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| REQUISITO                                  | METODO DI PROVA                   | SIMBOLO             | UM                | VALORE LIMITE  |
|--|-----------------------------------|---------------------|-------------------|----------------|
| Densità al numero di giri N <sub>p</sub>   | UNI EN 12697-31<br>UNI EN 12697-6 | $\rho_{(np)}$       | Kg/m <sup>3</sup> | D <sub>p</sub> |
| Modulo di rigidezza a 20 °C                | UNI EN 12697-26                   | S <sub>min</sub>    | MPa               | > 3 000        |
| Sensibilità all'acqua                      | UNI N 12697-12                    | ITS <sub>Rmin</sub> | %                 | >75            |
| Drenaggio del legante                      | UNI EN 12697-18                   | D                   | %                 | <0,6           |
| Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C | UNI EN 12697-23                   | ITS                 | N/mm <sup>2</sup> | >2,0           |

#### CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D<sub>p</sub> densità di progetto.

#### CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N<sub>p</sub>
- La densità del provino compattato D<sub>p</sub> deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del*

prelievo; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

#### CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO SMA

(Requisiti prestazionali)

| REQUISITO   | METODO DI PROVA         | SIMBOLO     | UM                       | VALORE LIMITE |
|---|-------------------------|-------------|--------------------------|---------------|
| Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento) | UNI EN 12697-22 a 50 °C | $WTS_{AIR}$ | mm/10 <sup>3</sup> cicli | <0,5          |

- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere alla Dp densità teorica di progetto corrispondente dallo studio di mix design.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

#### LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO SMA)

| REQUISITO                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE MINIMO<br>(alla stesa) | VALORE MASSIMO<br>(alla produzione) |
|---------------------------|-----------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura della miscela | UNI EN 12697-13 | °C | ≥150                          | ≤190                                |

### Art. B.32 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

#### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI SMA

(Grado di compattazione per confronto delle densità)

| REQUISITO                                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|---|-----------------|----|---------------|
| Grado di addensamento (per ogni campione) | UNI EN 12697-6  | %  | ≥ 97          |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità Dp della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

#### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI SMA

(Vuoti residui del campione prelevato in opera)

| REQUISITO                                 | METODO DI PROVA | SIMBOLO   | UM | VALORE LIMITE |
|---|-----------------|-----------|----|---------------|
| Vuoti residui (massimo per ogni campione) | UNI EN 12697-8  | $V_{max}$ | %  | < 9           |

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO |                 |     |               |
|---|-----------------|-----|---------------|
| TRATTI DI LUNGHEZZA INFERIORE A m 400     |                 |     |               |
| REQUISITO                                 | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE |
| Resistenza all'attrito radente            | UNI EN 13036-4  | PTV | > 55          |
| Macrorugosità superficiale (HS)           | UNI EN 13036-1  | mm  | >0,35         |

### STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE

#### Art. B.33 - DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE

Lo strato di usura drenante e fonoassorbente è costituito da una miscela di aggregati lapidei, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo.

Il conglomerato bituminoso drenante-fonoassorbente contiene un elevato tenore di vuoti intercomunicanti che hanno lo scopo di consentire la permeabilità dell'acqua e, al contempo, diminuire il rumore indotto dal rotolamento dei pneumatici sulla superficie stradale.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura drenante e fonoassorbente deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-7.

#### Art. B.34 - MATERIALI COSTITUENTI

##### AGGREGATI LAPIDEI

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura drenante-fonoassorbente il Produttore potrà utilizzare filler di apporto e calce idrata o filler di apporto e microfibre.

#### Art. B.35 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato drenante - fonoassorbente dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

| APERTURA SETACCI<br>(mm) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) |
|--------------------------|--------------------------|
| 20                       | 100                      |
| 16                       | 90 - 100                 |
| 12,5                     | 70 - 90                  |
| 8                        | 23 - 43                  |
| 4                        | 16- 30                   |
| 2                        | 12 - 21                  |
| 0,5                      | 8 - 15                   |

0,063

4 - 8

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

## CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE

(MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA     | SIMBOLO          | UM | VALORE LIMITE | CATEGORIA (UNI EN 13108-7) |
|--|---------------------|------------------|----|---------------|----------------------------|
| Contenuto di legante (riferito alla miscela) | UNI EN 12697-1 e 39 | B <sub>min</sub> | %  | ≥4,4          | B <sub>min4,4</sub>        |

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura drenante e fonoassorbente dovranno essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

## CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE

| REQUISITO                    | METODO DI PROVA                     | SIMBOLO        | UM                   | VALORE LIMITE | CATEGORIA (UNI EN 13108-7) |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|----------------------------|
| Densità al numero di giri Np | UNI EN 12697-31<br>UNI EN 12697-6 D | $\rho_{(np)}$  | Kg/m <sup>3</sup>    | Dp            |                            |
| Sensibilità all'acqua        | UNI N 12697-12                      | ITSR           | %                    | >75           | ITSR <sub>80</sub>         |
| Perdita di particelle        | UNI EN 12697-17                     | PL             | %                    | <25           | PL <sub>30</sub>           |
| Drenaggio del legante        | UNI EN 12697-18                     | D              | %                    | 0             | D <sub>0</sub>             |
| Permeabilità verticale       | UNI EN 12697-19                     | K <sub>v</sub> | 10 <sup>-3</sup> m/s | >2,5          | K <sub>v2,5</sub>          |

Il metodo di preparazione del campione ed il contenuto dei vuoti dovranno essere determinati in conformità alla norma UNI EN 13108-20.

## CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidità saranno valutati su provini compattati alla D<sub>p</sub> densità di progetto.

## CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np
- La densità del provino compattato Dp deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

## LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)

| REQUISITO                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE MINIMO<br>(alla stesa) | VALORE MASSIMO<br>(alla produzione) |
|---------------------------|-----------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura della miscela | UNI EN 12697-13 | °C | ≥150                          | ≤180                                |

#### Art. B.36 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

##### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE

(Grado di compattazione per confronto delle densità)

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|----|---------------|
| Grado di addensamento<br>(per ogni campione) | UNI EN 12697-6  | %  | ≥ 95          |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità  $D_p$  della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

##### ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE

(Vuoti residui del campione prelevato in opera)

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA | SIMBOLO   | UM | VALORE LIMITE |
|--|-----------------|-----------|----|---------------|
| Vuoti residui<br>(massimo per ogni campione) | UNI EN 12697-8  | $V_{max}$ | %  | < 22          |
| Vuoti residui<br>(minimo per ogni campione)  | UNI EN 12697-8  | $V_{min}$ | %  | > 14          |
| Vuoti residui<br>(media dei campioni)        | UNI EN 12697-8  | -         | %  | da 14 a 20    |

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27.

Le caratteristiche di drenaggio verticale dello strato in opera dovranno essere conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

##### DRENAGGIO VERTICALE DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE

| REQUISITO                         | METODO DI PROVA   | SIMBOLO | UM    | VALORE LIMITE |
|-----------------------------------|---|---------|-------|---------------|
| Capacità di permeabilità in opera | "prova con permeametro cilindrico secondo la normativa Belga" | -       | l/min | >5            |

In alternativa al metodo di misura mediante cilindro Belga, la caratteristica di drenaggio verticale potrà essere determinata in conformità alla norma UNI EN 12697-40, qualora disponibili dati di correlazione.

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:



**CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO**

(USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)

TRATTI DI LUNGHEZZA INFERIORE A m 400

| REQUISITO                       | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE |
|---------------------------------|-----------------|-----|---------------|
| Resistenza all'attrito radente  | UNI EN 13036-4  | PTV | > 55          |
| Macrorugosità superficiale (HS) | UNI EN 13036-1  | mm  | >0,40         |

**MICROTAPPETO A CALDO**

Il manto di microtappeto sarà costituito da un conglomerato bituminoso chiuso cioè da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie di materiali di provenienza alpina per i quali dovrà essere documentata la provenienza, mescolati con additivi e bitume a caldo e steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato immediatamente con rulli adeguati per spessori minimi da 20 mm a 30 mm. Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la pre-compattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-2.

**Art. B.37 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

| APERTURA SETACCI (mm) | PASSANTE IN MASSA (%) |
|-----------------------|-----------------------|
| 8                     | 100                   |
| 6.3                   | 90-100                |
| 4                     | 83- 95                |
| 2                     | 65 - 85               |
| 0,5                   | 33 - 53               |
| 0.25                  | 23-39                 |
| 0.063                 | 8 - 12                |

**CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO MICROTAPPETO A CALDO BBTM)**

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA     | SIMBOLO          | UM | VALORE LIMITE | CATEGORIA (UNI EN 13108) |
|--|---------------------|------------------|----|---------------|--------------------------|
| Contenuto di legante (riferito alla miscela) | UNI EN 12697-1 e 39 | B <sub>min</sub> | %  | ≥6,0          | B <sub>min6,0</sub>      |

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| REQUISITO   | METODO DI PROVA                   | SIMBOLO   | UM       | VALORE<br>LIMITE con<br>bitume tal<br>quale |
|---|-----------------------------------|---|----------|---|
| Densità al numero di giri Np                          | UNI EN 12697-31<br>UNI EN 12697-6 | $\rho_{(np)}$   | $Kg/m^3$ | $Dp$  |
| Sensibilità all'acqua                                 | UNI N 12697-12                    | <i>ITSR</i>   | %        | >75   |
| Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento) | UNI EN 12697-22 a 50 °C           | <i>Profondità del solco<br/>proporzionale<br/>- P</i> | [-]      | 5   |

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

#### LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)

| REQUISITO                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE MINIMO<br>(alla stesa) | VALORE MASSIMO<br>(alla produzione) |
|---------------------------|-----------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura della miscela | UNI EN 12697-13 | °C | ≥150                          | ≤180                                |

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

#### ADDITIVI

L'additivo speciale sarà compreso in percentuale fra lo 0,27% e lo 0,35% riferito al peso totale degli aggregati.

## CAPO C – TRATTAMENTI SUPERFICIALI

### Art. C.1 - **MICROTAPPETI A FREDDO TIPO "SLURRY - SEAL" (MACRO-SEAL)**

#### **DESCRIZIONE**

Il microtappeto tipo "slurry-seal" è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

#### **INERTI**

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento. Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con le seguenti caratteristiche:

| REQUISITO                           | METODO DI PROVA | SIMBOLO           | REQUISITI ULTERIORI | MATERIALE        |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|------------------|
| Resistenza alla frammentazione      | UNI EN 1097-2   | LA                | <18%                | aggregato grosso |
| Resistenza al gelo/disgelo          | UNI EN 1367-1   | F <sub>1</sub>    | -                   | aggregato grosso |
| Percentuale di superfici frantumate | UNI EN 933-5    | C <sub>100</sub>  | -                   | aggregato grosso |
| Coefficiente di appiattimento       | UNI EN 933-3    | FI <sub>10</sub>  | -                   | aggregato grosso |
| Resistenza alla levigazione         | UNI EN 1097-8   | PSV <sub>44</sub> | -                   | aggregato grosso |

|                       |              |   |         |        |
|-----------------------|--------------|---|---------|--------|
| Equivalente in sabbia | UNI EN 933-8 | - | SE >80% | sabbie |
|-----------------------|--------------|---|---------|--------|

**ADDITIVI**

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325).

**MISCELE**

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

|                          | 9mm                      | 6mm                      | 4mm                      |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| APERTURA SETACCI<br>(mm) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) | PASSANTE IN MASSA<br>(%) |
| 14                       | 100                      | -                        | -                        |
| 10                       | 83 - 100                 | -                        | -                        |
| 8                        | 75 - 92                  | 100                      | -                        |
| 6.3                      | -                        | 75-100                   | 100                      |
| 4                        | 48- 68                   | 55-85                    | 78-100                   |
| 2                        | 35 - 50                  | 40-62                    | 58-82                    |
| 0,5                      | 15 - 30                  | 16-33                    | 25-40                    |
| 0.25                     | 10-22                    | 10-22                    | 14-28                    |
| 0,063                    | 3 - 10                   | 4-15                     | 5-8                      |

**MALTA BITUMINOSA**

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 65% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri SBS radiali sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

I requisiti richiesti dal bitume elastomerizzato (residuo della distillazione) dovranno essere i seguenti:

| REQUISITO               | NORMA        | UM  | VALORE |
|-------------------------|--------------|-----|--------|
| 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  | >-15   |

***Dovranno essere impiegati dopes (additivi chimici) complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela. Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.***

**COMPOSIZIONE E DOSAGGI DELLA MISCELA**

***La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:***

| REQUISITO | SPESSORE MINIMO |
|-----------|-----------------|
|-----------|-----------------|

|   |                       | 9 mm    | 6 mm  | 4 mm |
|---|-----------------------|---------|-------|------|
| Dosaggio della malta  | Kg/<br>m <sup>2</sup> | 12-17   | 8-12  | 4-7  |
| Dimensione max inerti   | mm                    | 10-11   | 7-8   | 4-5  |
| Contenuto di bitume elastomerizzato residuo, % in peso sugli inerti | %                     | 5,5-7,0 | 5,5-7 | 6-7  |

### **CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA**

#### Confezionamento e stesa della malta

Il confezionamento della malta dovrà avvenire in appositi convogli mobili di impasto e stesa sia tipo continuo che di tipo discontinuo.

I macchinari differiranno solo per il sistema di carico che nel primo caso avverrà mediante trasferimento dell'attrezzatura al punto di stoccaggio, mentre nel secondo avverrà mediante rifornimento dell'inerte ed eventualmente dei liquidi alla macchina già in sito ed anche in fase di lavorazione.

La macchina dovrà comunque essere composta da una tramoggia di carico dell'inerte, da un serbatoio di stoccaggio del legante, da un serbatoio per l'acqua di processo e da contenitori per il Filler e gli additivi.

L'inerte sarà convogliato per mezzo di nastri trasportatori ad un mescolatore ad alberi controrotanti. Nel vano di miscelazione saranno iniettati, in apposita proporzione predeterminata, il legante bituminoso, l'acqua di processo, il Filler e gli eventuali additivi, al fine di ottenere una miscela liquida di prescritta viscosità da convogliare nel banco di stesa trainato.

Il banco, costituita da elementi metallici di contenimento, alberi a palette ed apparati idraulici di azionamento provvederà all'opportuna omogeneizzazione della miscela ricevuta su tutta la larghezza operativa. Sulla parte posteriore saranno applicati elementi in gomma speciale per la "pettinatura" della pavimentazione, ovvero, ove richiesto, lame metalliche regolabili per la corretta profilazione del piano viabile.

Al termine delle operazioni descritte la pavimentazione dovrà presentarsi omogenea ed uniforme, esente da imperfezioni quali sbavature o strappi, con notevole scabrosità superficiale, con regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela e scevra da rifluimenti del legante.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati. In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione dello "Slurry-seal" a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 kg di sabbia per 1 m<sup>2</sup> di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati. Al termine delle operazioni di stesa lo "Slurry-seal" dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

La produzione o la posa in opera dello "Slurry-seal" dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C ed in caso di pioggia.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

#### Utilizzi speciali

Nel caso fosse necessario eseguire lavori di correzione del piano con riprofilatura della sagoma stradale saranno utilizzate le miscele qui descritte ma sarà consentita la valutazione a peso mediante pesatura della macchina prima e dopo l'utilizzo, ovvero prendendo a riferimento l'inerte impiegato aumentato del coefficiente 1,25.

## **Art. C.2 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO (DOPPIO STRATO DOPPIA GRANIGLIATURA) CON BITUMI MODIFICATI CON POLIMERI**

### **DESCRIZIONE**

I trattamenti consistono in operazioni di irruvidimento del manto stradale da effettuare con inerti di elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione ed all'urto, incollati, tramite bitumi additivati da applicare a caldo sulla pavimentazione preesistente.

### **MATERIALI INERTI**

Gli inerti dovranno essere frantumati, puliti, esenti da polveri o da materiali estranei e avere caratteristiche di aderenza superficiale dello strato rispondenti ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO |                 |     |               |
|---|-----------------|-----|---------------|
| REQUISITO                                 | METODO DI PROVA | UM  | VALORE LIMITE |
| Pedita di peso alla prova Los Angeles     | UNI EN 1097-1   | %   | <20           |
| Valore di levigabilità                    | UNI EN 1097-8   | PSV | > 40          |
| Coefficiente di forma                     | UNI EN 933-3    | SI  | >20           |
| Coefficiente di appiattimento             | UNI EN 933-3    | FI  | <10           |

Le classi granulometriche d/D da impiegarsi dovranno essere le seguenti: 3-5 mm e 8-10 mm.

Le percentuali delle code di pezzatura (parti maggiori di D e minori di d) dovranno essere in totale inferiori al 15%.

La percentuale in peso rispetto al totale degli elementi inferiori a 0,5 mm dovrà essere inferiore allo 0,5% mentre la stessa percentuale degli elementi inferiori a 5 µm dovrà essere minore allo 0,05%.

### **LEGANTE**

Il legante dovrà essere un bitume modificato con polimeri SBS-R (radiali) tipo hard come indicato nella tab. 6.B.1..

I bitumi modificati con polimeri tipo SBS da impiegare per i "TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO", devono essere additivati con dopes di adesività liquidi e termostaticamente stabili alla temperatura di miscelazione (tale operazione deve essere effettuata nella cisterna della spruzzatrice in un tempo antecedente l'applicazione al fine di garantire una perfetta dispersione nel legante modificato). L'aggiunta del dopes di adesività deve essere pari al 4 per mille in peso riferito al legante modificato.

L'uso di questi leganti flussati e modificati comporta alcune misure di sicurezza da adottare per lo stoccaggio del materiale in cantiere. Ciò è dovuto alla presenza di frazioni leggere da distillati petroliferi per cui è preferibile mantenere il prodotto a una temperatura di stoccaggio pari a 150 °C.

Inoltre occorre rispettare i tempi di stoccaggio dichiarati dal produttore, ciò al fine di non alterare la reologia del legante e le sue caratteristiche prestazionali.

## **Art. C.3 – FORMULAZIONE DEI TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

Bistrato doppia granigliatura (due strati di legante e graniglia alternati). I dosaggi medi per la formulazione, che possono essere lievemente modificati in fase operativa, sono i seguenti:

- 1<sup>a</sup> mano legante - 0,850 kg/m<sup>2</sup> per la corsia di marcia, elevabile a 0,950 kg/m<sup>2</sup> per la corsia di sorpasso
- 1<sup>a</sup> mano inerti - pezzatura 8/10 = 9 litri/m<sup>2</sup>
- 2<sup>a</sup> mano legante - 0,750 kg/m<sup>2</sup> per la corsia di marcia, elevabile a 0,850 kg/m<sup>2</sup> per la corsia di sorpasso
- 2<sup>a</sup> mano inerti - pezzatura 3/5 = 6 litri/m<sup>2</sup>

### **POSA IN OPERA**

Per l'esecuzione dei trattamenti superficiali l'attrezzatura essenziale di cantiere è costituita dai mezzi meccanici elencati di seguito:

- motospazzatrice : deve essere di tipo semovente e dovranno essere garantite la rotazione e la perfetta funzionalità delle spazzole (non metalliche);
- cisterna spruzzatrice : deve essere di tipo semovente con dispositivo autonomo di riscaldamento e munita di pompa per l'alimentazione della rampa di spruzzaggio del legante. Quest'ultima deve assicurare l'uniforme distribuzione del legante sulla superficie stradale secondo la quantità prestabilita con controllo elettronico del dosaggio;
- spandigraniglia : è costituita, nel più semplice dei casi da un sistema di ripartizione a pettine montato sulla parte terminale posteriore del cassone a ribaltamento idraulico di un autocarro;
- lo spandigraniglia può essere anche rimorchiato con altezza dei pettini tale da risultare molto vicini a terra (max 30 cm). In ogni caso la granigliatrice deve essere in grado di assicurare la distribuzione degli aggregati in maniera uniforme e continua secondo le quantità di pietrischetto o graniglie prestabilite;
- rulli : i rulli devono essere vibranti da 6.000 kg a cilindro metallico rivestito di gomma oppure di tipo gommato.

***Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti con caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.***

***La zona da trattare dovrà essere preventivamente risanata in modo da avere una pavimentazione che non presenti degradazioni molto importanti e tali da compromettere l'efficacia del trattamento come per esempio ormaie, avvallamenti e fessurazioni estese.***

Fessure longitudinali o di giunto potranno invece essere sigillate preventivamente in modo da predisporre un manto stradale continuo per uniformare il dosaggio di legante. La D.L. si riserva la facoltà di intervenire in qualsiasi momento e in particolare nel caso che la superficie non si presenti idonea all'inizio delle lavorazioni.

La stesa del legante con spruzzatrice a caldo avverrà ad una temperatura compresa tra 150 °C e 165 °C. La temperatura nella cisterna-spruzzatrice dovrà essere non inferiore a 160 °C. La temperatura della superficie della pavimentazione non dovrà essere inferiore a 10 °C.

La temperatura dell'aria non deve essere inferiore a 15 °C e la stesa deve essere interrotta in caso di pioggia o di superficie bagnata.

La larghezza della striscia dovrà essere compatibile con la larghezza copribile con un passaggio di spandigraniglia il quale dovrà seguire la spruzzatrice ad una distanza massima di 40 metri. Dovrà essere controllata la ripartizione del legante trasversalmente alla strada, effettuata dalla spruzzatrice. Le zone laterali che eventualmente avessero un ricoprimento insufficiente dovranno essere di nuovo ricoperte nella seconda strisciata della prima mano di legante (tranne che nei bordi esterni del trattamento).

I giunti longitudinali non dovranno finire nelle zone della carreggiata più battute dalle ruote dei veicoli; in particolare sulla corsia di marcia dovrà essere accuratamente evitato il giunto sulla fascia a sinistra della riga gialla; esso dovrà finire ad almeno 30 cm da detta riga gialla sulla corsia di emergenza qualora presente.

La spruzzatrice dovrà assicurare l'uniformità di dosaggio anche all'inizio delle zone da trattare; per questo motivo l'apertura degli ugelli dovrà essere effettuata mentre essa è già in movimento alla sua velocità normale. Nella spruzzatura della seconda mano di legante per il trattamento bistrato non si devono avere sovrapposizioni dei "giunti" longitudinali di spruzzatura. I granulati di rigetto dal bordo della prima banda di spruzzatura dovranno essere eliminati prima della spruzzatura della banda adiacente.

Seguirà la stesa degli inerti mediante spandigraniglia che dovranno passare sugli inerti da essi stesi per non asportare con le gomme il legante fresco. Successivamente si effettuerà una rullatura con rullo gommato descritto in precedenza e con una velocità di rullatura di 8-10 km/h.

Il rullo deve seguire da vicino lo spandigraniglia, sia nel caso del bistrato che in quello del monostrato, il numero dei passaggi su ogni punto coperto da inerti della prima granigliatura deve essere di 3.

Il secondo strato di inerti verrà rullato con lo stesso tipo di rullo almeno per 5 volte nello stesso punto. Le fasi di "rullatura" dovranno essere molto rapide nel caso del monostrato a doppia granigliatura (non previsto nel presente capitolato), maggior lentezza ci potrà essere nel caso del bistrato nel quale occorre ripetere, dopo la prima rullatura, lo spandimento del legante. In ogni caso il lavoro dovrà essere fatto in modo che al termine della giornata lavorativa sulla superficie sia stato fatto anche il secondo strato di inerti.

Nel caso di cantieri a grande rendimento (superiori a 10.000 m<sup>2</sup> al giorno) è indispensabile la presenza di due compattatori. Eseguita la rullatura delle seconde granigliature occorre eliminare gli inerti di rigetto mediante una spazzatrice aspirante e con sponde in plastica dosando in maniera opportuna la sua potenza. Questo lavoro dovrà essere eseguito dopo circa due ore e non oltre le tre ore dal termine delle operazioni di rullatura.

L'apertura al traffico seguirà dopo questa operazione su una sola corsia per circa 6 ore e per altre 6 ore sull'altra corsia (alternanza di traffico) prima di aprire completamente la carreggiata e segnalare per almeno 24 ore una limitazione di velocità a 60 km/h. A seconda delle condizioni riscontrate dopo questo primo giorno di traffico la D.L. si riserva la facoltà di far passare o no la spazzatrice per eliminare ulteriormente il rigetto.

L'apertura al traffico è fondamentale per il completamento e la finitura del mosaico di incastro del trattamento; il tempo di alternanza delle correnti di traffico sulle diverse corsie dipende dalla sua entità (peso e frequenza dei passaggi) e dalle condizioni climatiche. In caso di pioggia successiva alla stesa non si dovrà aprire al traffico (né per l'alternanza né per il traffico normale); l'alternanza verrà ripristinata circa due ore dopo la fine della pioggia.

Un controllo sui dosaggi dei materiali, oltre che in corso d'opera, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante volume degli inerti) ogni mezza giornata od ogni 10.000 m<sup>2</sup> che non dovranno essere inferiori del 2% di quelle calcolate mediante le formulazioni ed i dosaggi medi indicati al punto 9.1.5..

La superficie trattata dovrà in ogni caso risultare il più possibile uniforme e regolare in tutte le direzioni. La tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

| CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO |                 |    |               |
|---|-----------------|----|---------------|
| REQUISITO                                 | METODO DI PROVA | UM | VALORE LIMITE |
| Macrorugosità superficiale (HS)           | UNI EN 13036-1  | mm | >0,80         |



## **CAPO D – PRESCRIZIONI SUL CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA E SULLE LAVORAZIONI**

Poiché i conglomerati bituminosi descritti nelle presenti Prescrizioni tecniche non sono compiutamente caratterizzati con un approccio prestazionale, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni di seguito specificate per le fasi di confezionamento della miscela, di consegna e di posa in opera.

### **Art. D.1 – CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA**

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato in impianti fissi automatizzati, mantenuti in perfette condizioni di funzionamento ed idonei per assicurare la continua conformità del prodotto alle caratteristiche definite.

L'impianto di produzione dovrà avere la potenzialità produttiva necessaria per garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste od interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non dovrà comunque essere spinta oltre la sua potenzialità per assicurare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta vagliatura che assicuri un'idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati lapidei utilizzati.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente verificata e prontamente tarata in caso di necessità; diverse modalità di dosaggio dovranno essere esplicitamente accettate dalla Direzione Lavori.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (non superiore a 190 °C) ed il mantenimento uniforme della viscosità fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli aggregati lapidei sarà preventivamente e convenientemente confinata per evitare il contatto con elementi estranei (particelle argillose, ristagni di acqua, ecc.) che possono compromettere la pulizia degli aggregati stessi. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di alimentazione dei predosatori sarà eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

Si farà uso del numero minimo di predosatori corrispondenti alle classi di aggregato impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela ed in misura tale da permettere la corretta miscelazione dei materiali costituenti; gli aggregati lapidei dovranno essere completamente rivestiti dal bitume in modo uniforme.

La temperatura degli aggregati, all'atto della miscelazione, dovrà essere compresa tra 160 °C e 180 °C, e quella del legante non superiore ai 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

**Art. D.2 – CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione o, in generale dello strato inferiore, dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati per fondazioni stradali.

Prima di ogni posa dello strato di conglomerato bituminoso, deve sempre essere effettuata la stesa di una mano d'attacco cationica al 55% di bitume residuo sullo strato inferiore, in ragione di 0,7 kg/m<sup>2</sup>. Allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati, prima della stesa è necessario attendere la *rottura* dell'emulsione bituminosa; il tempo di rottura dipende dalle condizioni climatiche e dalla tipologia di emulsione fornite dal produttore.

La messa in opera del conglomerato bituminoso deve avvenire in un unico strato compattato con rullo gommato e rullo metallico o con due rulli metallici a seconda degli strati.

In alternativa, limitatamente allo strato di base, l'Impresa può procedere alla stesa in doppio strato; i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa, cationica al 55 %, in ragione di 0,3 kg/m<sup>2</sup> di residuo secco bituminoso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata mediante macchine vibrofinitrici aventi piastra riscaldante, con sistema vibrante in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento della vibrofinitrice, di norma, dovrà essere di circa 5 metri al minuto e comunque non superiore al limite di garanzia per la costipazione dello strato in conformità alle prescrizioni definite.

La posa in opera del conglomerato bituminoso per gli strati superficiali dovrà essere effettuata a mezzo di una o più vibrofinitrici cingolate, a quattro assi o, comunque, appartenenti ai tipi approvati dalla Direzione Lavori.

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

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

L'Impresa dovrà predisporre idonee opere provvisorie per impedire ai mezzi pesanti che devono accedere al cassonetto di deteriorare il bordo verticale del cavo fresato; qualora venisse danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in modo da risultare sfalsati, fra loro, per almeno 20 cm e non coincidenti con le zone di passaggio delle ruote di veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare eccessivi raffreddamenti superficiali e conseguente formazione di grumi. L'Impresa dovrà disporre di un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare una regolare e continua alimentazione del cantiere di stesa al fine di evitare arresti della vibrofinitrice che possano avere effetti negativi sulla qualità della stesa e sul regolare costipamento.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La stesa del conglomerato bituminoso drenante – fonoassorbente dovrà essere effettuata preferibilmente nelle ore della giornata in cui le temperature dell'aria sono più elevate e con temperatura dell'ambiente non inferiore a + 5 °C.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. L'Impresa dovrà assicurarsi che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere l'uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La compattazione sarà effettuata mediante l'utilizzo di rulli, combinati e tandem a ruote metalliche vibranti, tutti in numero adeguato (minimo due rulli per ogni vibrofinitrice impiegata) ed aventi idoneo peso, minimo t 10, e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Il conglomerato bituminoso di usura drenante-fonoassorbente dovrà essere compattato con rulli a ruote metalliche del peso fino a t 8-10, senza fare ricorso a sistemi di vibrazione.

### **Art. D.3 - FREQUENZE DEI CONTROLLI SUI CONGLOMERATI BITUMINOSI**

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente capitolato.

I controlli della DL saranno eseguiti presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Durante la produzione del conglomerato bituminoso ed in fase di esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, su campioni di forniture e sul conglomerato bituminoso sciolto e costipato, intese a controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle caratteristiche richieste.

I controlli inerenti alle caratteristiche per l'accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei lavori e/o in corso d'opera.

I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Società, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti sono riportati nella tabella seguente:

| CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI |                        |   |  |
|---|------------------------|---|--|
| MATERIALE                                     | UBICAZIONE PRELIEVO    | REQUISITI DA CONTROLLARE                                  | FREQUENZA  |
| Aggregato lapideo                             | Impianto di produzione | • Composizione granulometrica                             | A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati |
|   |                        | • Resistenza al gelo/disgelo                              |  |
|   |                        | • Percentuale superfici frantumate                        |  |
|   |                        | • Coefficiente di appiattimento                           |  |
|   |                        | • Assorbimento d'acqua                                    |  |
| Legante bituminoso                            | Cisterna di stoccaggio | • Penetrazione  | A richiesta della Direzione Lavori o settimanale   |
|   |                        | • Punto di rammollimento                                  |  |
|   |                        | • Ritorno elastico  |  |
|   |                        | • Viscosità   |  |
|   |                        | • Punto di rottura (RTFOT)                                |  |
|   |                        | • Penetrazione e Punto di rammollimento (dopo tuben test) |  |

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nelle tabelle seguenti:

#### CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO

| UBICAZIONE PRELIEVO               | REQUISITO   | METODO DI PROVA              | FREQUENZA   |
|-----------------------------------|---|------------------------------|---|
| Dalle coclee della vibrofinitrice | Composizione granulometrica                                   | UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2 | Giornaliera :   |
|                                   | Contenuto di legante  | UNI EN 12697-1 e 39          |   |
|                                   | Addensamento e/o vuoti al numero di rotazioni di progetto Np. | UNI EN 12697-5, 6, 8         | <ul style="list-style-type: none"> <li>ogni t 600 (base)</li> <li>ogni t 500 (binder)</li> <li>ogni t 200 (usure)</li> <li>ogni t 200 (SMA)</li> <li>ogni t 200 (Drenante)</li> </ul> |
|                                   | Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C                    | UNI EN 12697-23              |   |
|                                   | Modulo di rigidezza a 20 °C                                   | UNI EN 12697-26              |   |

#### CONTROLLI SALTUARI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO

(Requisiti prestazionali facoltativi)

| UBICAZIONE PRELIEVO               | REQUISITO  | METODO DI PROVA         | DI                     | FREQUENZA |
|-----------------------------------|--|-------------------------|------------------------|-----------|
| Dalle coclee della vibrofinitrice | Resistenza deformazione permanente               | alla<br>UNI EN 12697-25 | A discrezione della DL |           |
|                                   | Resistenza deformazione permanente (ormaiamento) | alla<br>UNI EN 12697-22 |                        |           |

La verifica degli spessori dello strato e delle caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno effettuati mediante carotaggio della pavimentazione eseguita. Il controllo sull'addensamento della miscela dovrà essere fatto mediante la determinazione del grado di compattazione o, in alternativa, mediante il calcolo dei vuoti residui secondo le modalità e frequenze riportate nelle seguenti tabelle:

#### CONTROLLI PERIODICI SUL GRADO DI ADDENSAMENTO

(Grado di compattazione per confronto delle densità)

| REQUISITO                                  | METODO DI PROVA | FREQUENZA   |
|--|-----------------|---|
| Grado di addensamento (per ogni campione)  | UNI EN 12697-6  | Ogni m <sup>2</sup> 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso) |
| Grado di addensamento (media dei campioni) | UNI EN 12697-6  |   |

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità Dp della miscela compattata in laboratorio (addensamento teorico di progetto) e la densità della miscela compattata in opera riferita allo stesso lotto/giorno di produzione.

#### CONTROLLI PERIODICI SUL GRADO DI ADDENSAMENTO

(Vuoti residui del campione prelevato in opera)

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA | FREQUENZA   |
|--|-----------------|---|
| Vuoti residui<br>(massimo per ogni campione) | UNI EN 12697-8  | Ogni m <sup>2</sup> 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso) |
| Vuoti residui<br>(media dei campioni)        | UNI EN 12697-8  |   |

Lo spessore dello strato, definito dal Progettista, sarà verificato secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

#### CONTROLLO PERIODICO SULLO SPESSORE DELLO STRATO

| REQUISITO             | METODO DI PROVA | UM    | VALORE LIMITE    | FREQUENZA   |
|-----------------------|-----------------|-------|------------------|---|
| Spessore dello strato | UNI 12697-29    | EN mm | Secondo progetto | Ogni m <sup>2</sup> 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso) |

Il controllo dell'adesione tra gli strati di conglomerato bituminoso, sarà verificato sulle carote prelevate dalla pavimentazione secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

#### CONTROLLO PERIODICO SULL'ADERENZA DEGLI STRATI

| REQUISITO                                | METODO DI PROVA        | UM  | VALORE LIMITE | FREQUENZA                                     |
|--|------------------------|-----|---------------|---|
| Adesione tra gli strati base-binder      | Leutner test SN 671961 | MPa | >1            | Ogni 300 m per corsia di emergenza e sorpasso |
| Adesione tra gli strati binder-usura/SMA | Leutner test SN 671961 | MPa | >0,7          | Ogni 300 m per corsia di emergenza e sorpasso |

Il controllo delle caratteristiche superficiali dello strato di usura, SMA o drenante dovrà essere effettuato secondo le modalità riportate nella seguente tabella:

#### CONTROLLI PERIODICI SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO

| REQUISITO  | METODO DI PROVA                      | FREQUENZA   |
|--|--------------------------------------|---|
| Regolarità della superficie<br>(regolo da mm 3000) | UNI EN 13036-7                       | a campione - in caso di anomalia  |
| Resistenza di attrito<br>radente<br>(PTV)          | UNI EN 13036-4                       | Secondo prescrizioni della D.L.   |
| Permeabilità verticale per<br>strato di drenante   | Normativa Belga o<br>UNI EN 12697-40 | Ogni m <sup>2</sup> 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso) |

IN CORRISPONDENZA DI OGNI CAROTA

In corso d'opera ed in ogni fase delle singole 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.

## CAPO E – CONTROLLI SUL MATERIALE PRELEVATO SFUSO E SULLA PAVIMENTAZIONE FINITA E RELATIVE DETRAZIONI PECUNIARIE

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

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Appaltatore. In tal caso le prove di controllo del nuovo materiale posato in opera saranno a totale carico dell'Impresa.

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

Se all'atto della consegna, si riscontrasse che la fornitura non è, per qualità o pezzatura di materiale, conforme alle prescrizioni impartite, la Direzione Lavori ne ordinerà l'allontanamento. Qualora il materiale fornito pur non essendo conforme alle prescrizioni, fosse ugualmente utilizzabile a giudizio della D.L. questa potrà prenderlo in consegna, applicando una detrazione percentuale proporzionata alle deficienze riscontrate.

I controlli sul materiale sciolto sono volti ad indagare i seguenti requisiti:

- caratteristiche compositive/granulometria della miscela
- densità ottimale della miscela
- caratteristiche meccaniche

I controlli sulla pavimentazione finita sono volti ad indagare i seguenti requisiti:

- vuoti in opera
- aderenza e tessitura superficiale
- adesione degli strati legati a bitume

### Art. E.1 - CARATTERISTICHE COMPOSITIVE E DETRAZIONI

Le tolleranze consentite per la rispondenza delle miscele al mix design, corrispondono a quelle definite nella norma UNI EN 13108-21 e riportate in tabella seguente; non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime.

| Prodotti conformi a UNI EN 13108 parti 1-5-7 TOLLERANZE AMMESSE |   |  |
|---|---|--|
| MATERIALE COSTITUENTE   | Miscele con aggregato nominale $D \leq 16\text{mm}$ | Miscele con aggregato nominale $D > 16\text{mm}$ |
| D nominale  | -8% +5%   | -9% +5%  |
| Aggregato medio setaccio 4 mm                                   | $\pm \%7$   | $\pm \%9$  |
| Setaccio 2 mm   | $\pm \%4$   | $\pm \%5$  |

|   |              |              |
|---|--------------|--------------|
| Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm) | $\pm \%2$    | $\pm \%3$    |
| Legante (riferito alla miscela)                 | $\pm \% 0,5$ | $\pm \% 0,6$ |

Per i materiali i cui valori che si discostano dalle tolleranze del presente capitolato, verrà apportata una detrazione del sul prezzo di Capitolato del conglomerato, al netto del ribasso, d'asta così calcolata:

- sul legante: 0,3% sul prezzo di capitolato per ogni 0,01% di bitume mancante oppure verrà effettuata, a spese dell'Impresa, la sabbiatura dell'intero tratto sul quale è stato impiegato il materiale non idoneo, con non meno di 0,5 Kg /mq di emulsione bituminosa al 55%, e sigillatura con sabbia fine essiccata.
- sulla composizione granulometrica: 3% sul prezzo di capitolato qualora sia stata rilevata un eccedenza sulle tolleranze per ogni punto percentuale eccedente.

#### **Art. E.2 - CARATTERISTICHE MECCANICHE E DETRAZIONI**

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi risultanti dai controlli eseguiti su:

- Modulo di Rigidezza
- Resistenza a Trazione indiretta

saranno inferiori al 30% rispetto ai valori dichiarati nello studio di mix design.

La detrazione riguarderà l'intera estensione longitudinale dello strato per tutto il tratto omogeneo verificato e sarà pari allo 2% del prezzo del conglomerato sul prezzo di Capitolato, al netto del ribasso, d'asta.

Qualora i valori derivanti dai controlli dovessero superare del 20% i valori dichiarati, l'Amministrazione avrà facoltà di richiedere la produzione di un nuovo mix design a giustificazione delle difformità rilevate corredato di uno studio comparativo tra la nuova miscela rispetto alla miscela inizialmente proposta, attraverso prove di fatica (UNI EN 12697-24) e di ormaiamento (UNI EN 12697-22).

#### **Art. E.3 - CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE (DENSITÀ/VUOTI) E DETRAZIONI**

##### **SCIOLTO**

Sul materiale prelevato sciolto, controllo di costipamento con pressa giratoria al numero di giri corrispondenti a  $N_p$  deve risultare:

$$D_p \text{ controllo} = D_p \text{ ottimale da mix design} \pm 1,5\%$$

qualora dovesse risultare una densità di controllo eccedente i limiti suddetti fino a  $D_p \pm 3\%$ , la D.L., a sua discrezione, ha facoltà di ordinare l'esecuzione di una mano di sigillo con 0,60 kg/mq di emulsione cationica al 55% e sabbiella, oppure effettuare una trattenuta di € 1,00 per ogni quintale di materiale fornito.

##### **CAROTE**

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate sulle carote prelevate dalla pavimentazione preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle tabelle precedentemente esposte per ogni materiale.

Per valori risultanti dalle prove di laboratorio che si discostano verso un peggioramento del grado di addensamento dichiarato e della percentuale dei vuoti, oltre alle tolleranze indicate in tabella seguente, la D.L., a sua discrezione, ha facoltà di ordinare l'esecuzione di una mano di sigillo con 0,60 kg/mq di emulsione cationica al 55% e sabbiella, oppure effettuare una trattenuta di € 1,00 per ogni quintale di materiale fornito;

| ADDENSAMENTO DELLO STRATO                            |                 |    |                    |
|--|-----------------|----|--------------------|
| (Grado di compattazione per confronto delle densità) |                 |    |                    |
| REQUISITO  | METODO DI PROVA | UM | TOLLERANZA         |
| Grado di addensamento<br>(per ogni campione)         | UNI EN 12697-6  | %  | Valore limite – 2% |
| (ad esempio 97%-2%= 95%)                             |                 |    |                    |

**ADDENSAMENTO DELLO STRATO**

(Vuoti residui del campione prelevato in opera)

| REQUISITO                                    | METODO DI PROVA | SIMBOLO   | UM | TOLLERANZA         |
|--|-----------------|-----------|----|--------------------|
| Vuoti residui<br>(massimo per ogni campione) | UNI EN 12697-8  | $V_{max}$ | %  | Valore limite + 2% |
| (ad esempio 9% + 2% = 11%)                   |                 |           |    |                    |

Nel caso di eccedenza da tali limiti di tolleranza l'Impresa dovrà procedere alla rimozione dello strato tramite apposita fresatura e procedere alla successiva ricostruzione.

**Art. E.4 - ADERENZA E TESSITURA E DETRAZIONI**

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di PTV e/o HS del tratto omogeneo si riveli più basso dei valori prescritti; essa sarà applicata se singolarmente o il PTV o l'HS risultino deficitari; qualora risultino ambedue deficitari la penalità sarà cumulata.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dei lavori del materiale coinvolto (conglomerato su cui avviene il rotolamento o trattamento); detti punti corrisponderanno alla metà dei punti percentuali per cui il PTV o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti.

La detrazione riguarderà l'intera larghezza dello strato più superficiale per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata:

*Soglie di accettabilità:*

| MATERIALE   | PTV | HS  |
|---|-----|-----|
| Conglomerati bituminosi tipo usura  | 45  | 0,2 |
| Conglomerati bituminosi tipo usura binder nel caso di aperture al traffico temporanee | 42  | 0,2 |
| Conglomerati bituminosi drenanti  | 45  | 0,3 |
| SMA   | 45  | 0,3 |
| Microtappeti a freddo   | 50  | 0,2 |
| Trattamenti mono/doppio strato  | 45  | 0,4 |

Se i valori medi di PTV o HS risultano inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere all'asportazione completa con fresa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i/il valore deficitario al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di PTV e HS al di sopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo di aggiudicazione del lavoro.

**Art. E.5 - ADESIONE TRA GLI STRATI E DETRAZIONI**

Qualora i valori rilevati alla prova con Leutner test dovessero superare i limiti previsti nelle presenti Prescrizioni Tecniche, la DL ha facoltà di applicare una detrazione del 25% calcolata sul prezzo dell'emulsione bituminosa al netto del ribasso d'asta in corrispondenza del tratto compreso tra 2 verifiche con esito negativo.



## **CAPO F - SEGNALETICA ORIZZONTALE**

### **Art. F.1 - PRESCRIZIONI GENERALI**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri segni come indicato all'art. 40 del nuovo Codice della Strada ed all'art. 137 del Regolamento di attuazione e successive modifiche e integrazioni.

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

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

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

La segnaletica orizzontale comprende linee longitudinali, frecce, linee trasversali, messaggi e simboli posti sulla superficie stradale, ecc.

La segnaletica orizzontale può essere realizzata mediante l'applicazione di pittura, materiali termoplastici, materiali plastici indurenti a freddo, linee e simboli preformati o mediante altri sistemi. Deve essere di colore bianco e solo in casi particolari possono essere usati altri colori.

La segnaletica orizzontale deve essere sempre dotata di microsfere di vetro, in modo da garantire la retroriflessione nel momento in cui questa viene illuminata dai proiettori dei veicoli.

La retroriflessione in condizioni di pioggia o strada bagnata può essere migliorata con sistemi speciali, per esempio con rilievi catarifrangenti posti sulle strisce (barrette profilate), adoperando microsfere di vetro di dimensioni maggiori o con altri sistemi. In presenza di rilievi, il passaggio delle ruote può produrre effetti acustici o vibrazioni; questo tipo di segnaletica verrà espressamente richiesta nell'appalto e potrà anche essere usata solo in punti ben definiti del tratto da segnalare.

### **Art. F.2 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

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

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere accettati dalla Direzione Lavori; prima dell'inizio dei lavori, l'impresa appaltatrice indicherà alla Direzione Lavori il produttore o la fabbrica dei materiali da cui intenderà rifornirsi per l'intera durata dell'appalto; ai fini della preventiva accettazione dovrà produrre la certificazione di qualità dei materiali, prodotta direttamente dal fornitore, accompagnata da certificati di prova rilasciati da laboratori riconosciuti.

La DL si riserva di verificare la rispondenza dei requisiti ritenuti di volta in volta necessari.

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

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

### **ACCERTAMENTI PRELIMINARI DURANTE IL CORSO E A CONCLUSIONE DEI LAVORI**

### **Art. F.3 - PROVE DEI MATERIALI**

In relazione a quanto prescritto nel precedente articolo circa le qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.

L'utilizzo di materiali riconosciuti validi e accettati dalla Direzione Lavori non esimerà l'Impresa dall'ottenimento dei valori prestazionali prescritti su strada che sono lo scopo delle lavorazioni.

### **VERIFICA D'IDONEITÀ DEL SUPPORTO E DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI**

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

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

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

### **Art. F.4 - MATERIALI PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

#### **GENERALITÀ**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni. Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del presente Capitolato.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436-07 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dalla DL.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebrature, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

#### **PROVE ED ACCERTAMENTI PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI**

Il prodotto che sarà utilizzato per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una scheda tecnico applicativa del prodotto rilasciata dal produttore contenente almeno le seguenti informazioni relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione:

Dati da prove di laboratorio:

- potere coprente del prodotto in m<sup>2</sup>/kg
- viscosità
- densità
- residuo secco
- tempo di essiccazione
- fattore di luminanza del prodotto

Caratteristiche indicate dal produttore:

- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore
- tipi e quantità di sfere di vetro da usare nel caso di postspruzzatura

Dati da prove prestazionali su strada (UNI 1436-07):

- resistenza al derapaggio
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa  $Q_d$
- coefficiente di retroriflessione  $R_L$

I dati derivati da prove prestazionali sono derivati seguendo i criteri previsti dalla UNI EN 1436-07.

Il materiale fornito dovrà soddisfare i requisiti indicati nella scheda tecnica presentata alla D.L. ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore.

Qualora il materiale non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'Ente Appaltante, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altro materiale idoneo senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

### **CARATTERISTICHE DEL MATERIALE**

Il materiale da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale del prodotto stesso sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Il materiale non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il materiale non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

### **ART. F.5 - PRESTAZIONI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

**Il presente articolo richiama la norma europea UNI EN 1436/2007 e l'obbligo dell'appaltatore al rispetto integrale della stessa norma.**

La norma specifica le prestazioni che la segnaletica orizzontale di colore bianco e giallo deve possedere per garantire all'utente della strada una buona funzionalità.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente fin dalla posa in opera ed i requisiti richiesti devono essere mantenuti per tutta la vita funzionale prevista ed espressamente indicata.

Vengono di seguito definiti tali requisiti, in base a quanto previsto dalla Norma UNI EN 1436/2007.

Gli standard prestazionali richiesti sono la riflessione in condizioni di luce diurna e di illuminazione artificiale, la retroriflessione in condizioni di illuminamento mediante i fari degli autoveicoli, e la resistenza al derapaggio.

### **REQUISITI**

I requisiti che la segnaletica orizzontale deve possedere, definiti SOGLIE DI ACCETTABILITÀ, ai sensi della norma europea sopra specificata, UNI EN 1436/2007, riguardano le prestazioni che la stessa deve rispettare durante la sua durata di vita funzionale, espressi attraverso parametri che rappresentano diversi aspetti prestazionali della segnaletica orizzontale in termini di classi di prestazioni. Tali valori minimi dovranno essere rispettati indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernale del piano viabile e se l'usura è eccessiva, dovranno essere ripristinati a cura e spese dell'Impresa, in modo da mantenere i livelli di visibilità richiesti.

Le misure potranno essere fatte per ogni requisito elencato, ad insindacabile giudizio della DL.

Per le verifiche dei parametri prestazionali è previsto il metodo puntuale che permette di rilevare i parametri

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Q<sub>d</sub></b> | <b>Coefficiente di luminanza è la misura della riflessione alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale. Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli alla luce del giorno tipica o media o in presenza di illuminazione stradale.</b> |
| <b>R<sub>L</sub></b> | <b>La retroriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli, misurata mediante il coefficiente di luminanza retroriflessa R<sub>L</sub>. Il coefficiente di luminanza</b>  |

**retroreflessa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione con i proiettori dei propri veicoli.**

**SRT La resistenza al derapaggio è la misura dell'aderenza superficiale della linea.**

#### CONTROLLI SULLA SEGNALETICA BIANCA

| REQUISITO  | METODO DI PROVA | SIMBOLO | UM                                  | VALORE LIMITE | CATEGORIA<br>(UNI EN 1436-07) |
|--|-----------------|---------|-------------------------------------|---------------|-------------------------------|
| coefficiente di luminanza in luce diffuse                                    | UNI EN 1436-07  | $Q_d$   | $M_{cd} \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ | $\geq 100$    | $Q_2$                         |
| coefficiente di luminanza retroreflessa in pavimentazione asciutta           | UNI EN 1436-07  | $RL$    | $m_{cd} \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ | $\geq 100$    | $R_2$                         |
| coefficiente di luminanza retroreflessa in pavimentazione bagnata            | UNI EN 1436-07  | $RL$    | $m_{cd} \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ | $\geq 35$     | $RW_2$                        |
| coefficiente di luminanza retroreflessa in pavimentazione in caso di pioggia | UNI EN 1436-07  | $RL$    | $m_{cd} \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ | $\geq 35$     | $RRL_2$                       |
| resistenza al derapaggio   | UNI EN 1436-07  | $SRT$   | -                                   | $\geq 55$     | $S_3$                         |

*Nota 1:* 'in caso di pioggia' si intende per una pioggia di 20mm/h dopo un'esposizione del macchinario di 5 minuti.

*Nota 2:* Ogni singola verifica deve risultare dalla media di cinque sondaggi eseguiti nel tratto stradale scelto per il controllo, in punti diversi. In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo quindici letture dei valori di retroreflessione RL.

#### Simboli

Per ogni simbolo, il valore di retroreflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture.

#### Lettere

Per ogni lettera, il valore di retroreflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture.

#### Strisce trasversali

Per ogni striscia trasversale, il valore di retroreflessione sarà dato dalla media di minimo quindici letture.

#### Freccie direzionali

Per ogni freccia direzionale sulla piattaforma, il valore di retroreflessione sarà dato dalla media di minimo cinque letture.

#### CONTROLLI SULLA SEGNALETICA GIALLA

| REQUISITO | METODO DI PROVA | SIMBOLO | UM | VALORE LIMITE | CATEGORIA<br>(UNI EN 1436-07) |
|-----------|-----------------|---------|----|---------------|-------------------------------|
|-----------|-----------------|---------|----|---------------|-------------------------------|

07)

|  |                |       |                                  |           |      |
|--|----------------|-------|----------------------------------|-----------|------|
| coefficiente di luminanza in luce diffuse                          | UNI EN 1436-07 | $Qd$  | $Mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ | $\geq 80$ | $Q1$ |
| coefficiente di luminanza retroriflessa in pavimentazione asciutta | UNI EN 1436-07 | $RL$  | $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ | $\geq 80$ | $R1$ |
| resistenza al derapaggio   | UNI EN 1436-07 | $SRT$ | -                                | $\geq 55$ | $S3$ |

I controlli sulle caratteristiche prestazionali della segnaletica orizzontale dovranno essere condotti nel periodo che intercorre tra la loro applicazione e per i 2 mesi successivi (60 gg). Ad un anno di distanza dalla posa in opera i valori caratteristici di  $Qd$ ,  $RL$  dovranno essere non inferiori al 20% e  $SRT$  non inferiore a 45.

### **CONDIZIONI DI PROVA**

*Strisce longitudinali*

### **METODO DI MISURAZIONE DELLA RESISTENZA AL DERAPAGGIO SRT**

Per la misurazione della resistenza al derapaggio SRT, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2004.  
*Principio della prova.*

L'apparecchiatura di prova è costituita da un pendolo oscillante provvisto di un cursore di gomma all'estremità libera. Viene misurata la perdita di energia causata dall'attrito del cursore su una lunghezza specificata della superficie stradale. Il risultato è espresso in unità SRT.

### **Art. F.6 - MODALITÀ PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a misura o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi Unitari.

Le misure saranno prese in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate sugli appositi libretti delle misure che saranno firmati dagli incaricati della D.L. e dell'Impresa.

In particolare, la misurazione della segnaletica orizzontale sarà effettuata a mezzo lineare di vernice effettivamente posata per strisce larghe cm. 12 (dodici) o cm. 15 (quindici). La misurazione sarà effettuata a metro quadrato di superficie effettivamente verniciata, per linee aventi larghezza superiore a cm. 15 (quindici), zebraure ed attraversamenti pedonali.

Per scritte la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato, vuoto per pieno, considerando il minimo rettangolo circoscritto a ciascuna lettera.

Per simboli di forma triangolare la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato, vuoto per pieno, considerando l'area del triangolo.

Per le frecce si considererà il prezzo di striscia per l'asta rettilinea della freccia, mentre per le teste di freccia si computerà la superficie in base alla loro effettiva figura.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate come pure quantitativi di vernice inferiori a quelli prescritti; in tali casi l'Impresa sarà chiamata a rifacimenti a tutto suo carico.

### **Art. F.7 - SEGNALETICA VERTICALE**

#### **a) Caratteristiche generali**

Forme, dimensioni, misure e colori dei segnali stradali verticali di direzione e della segnaletica complementare devono essere rigorosamente conformi alle prescrizioni del D.P.R. 16/12/92 n. 495 Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada nel testo vigente e a quelle dei Decreti e Circolari emanati dal Ministero LL.PP.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali e dei relativi supporti o sostegni dovranno essere della migliore qualità in commercio; se richiesto dalla Amministrazione aggiudicatrice dovranno essere presentati campioni rappresentativi della fornitura o dei materiali utilizzati per la stessa.

Tutti i segnali forniti dalla Ditta aggiudicataria dovranno essere completi di collari in alluminio a tre bulloni antirotazione e bulloneria in acciaio inossidabile a testa quadrata con dado esagonale, che permettano

l'installazione del cartello senza alcuna foratura della superficie dello stesso e senza problemi di interesse anche a sostegni esistenti.

Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

Le targhe modulari in lega d'alluminio anticorrosione dovranno consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato, utilizzando il supporto originale.

L'Appaltatore dovrà presentare all'Amministrazione appaltante, in ottemperanza ed ai sensi del D.LGS 358/92, del D.P.R. 573/94 e della Circ.Min. LL.PP. del 16/05/96 n. 2357, all'atto della aggiudicazione a garanzia della conformità della stessa alle norme, la seguente documentazione:

una dichiarazione impegnativa, debitamente sottoscritta, nella quale la Ditta aggiudicataria, sotto la propria responsabilità, dovrà indicare i nomi commerciali e gli eventuali marchi di fabbrica dei materiali e dei manufatti che si intendono utilizzare. La dichiarazione impegnativa vincola la Ditta all'installazione di materiali conformi ai tipi, alle caratteristiche ed ai marchi di fabbrica in essa indicati.

una dichiarazione di conformità dei prodotti di cui al presente appalto rilasciate dai fornitori dei materiali ai sensi della norma EN 45014;

copia delle certificazioni di qualità aziendale rilasciate alle Ditte fabbricatrici dei prodotti di cui al presente appalto (pellicole retroriflettenti, vernici spartitraffico, ecc.) da organismi accreditati secondo le norme europee della serie UNI/EN ISO 9000.

copia del certificato della Ditta fabbricatrice dei segnali attestante il numero di autorizzazione alla costruzione dei segnali stradali rilasciato dal Ministero LL.PP., a norma dell'Art. 45. comma 8, del D.LGS. n.285 del 30.04.1992.

copia dei certificati attestanti la conformità delle pellicole retroriflettenti ai requisiti del Disciplinare Tecnico approvato con D.M. del 31.03.1995.

copia del certificato d'origine del polimero ad alta densità con cui è stato realizzato il delineatore modulare di margine rilasciato dalla Ditta produttrice

copia del certificato di omologazione del catadiottro rilasciato dal Ministero LL.PP.

copia del certificato dei valori di rifrangenza dei catadiottri rilasciato da un Laboratorio ufficiale

La fornitura da parte della Ditta aggiudicataria di materiali, marchi e manufatti diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di immediato annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela dell'interesse di questa Amministrazione.

La Amministrazione aggiudicatrice si riserva la facoltà di prelevare campioni della fornitura effettuata.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio e degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Amministrazione aggiudicatrice, previa apposizione dei sigilli e firme del Responsabile del procedimento e dell'impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. Le diverse prove ed analisi da eseguire sui campioni saranno prescritte ad esclusivo giudizio della Amministrazione aggiudicatrice che si riserva la facoltà di fare eseguire a spese della Ditta aggiudicataria prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati ed autorizzati allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che la Ditta possa avanzare diritti e compensi per questo titolo.

La Ditta fornitrice è tenuta a sostituire, entro 15 giorni a propria cura e spese, tutto il materiale che, a giudizio insindacabile della Amministrazione aggiudicatrice o dalle analisi e prove fatte eseguire dalla stessa, non dovesse risultare rispondente alle prescrizioni.

La Ditta aggiudicataria è, infine, tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla Amministrazione aggiudicatrice presso i laboratori della stessa, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

#### **b) Supporto dei segnali**

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di mm. Per targhe modulari composte con elementi di altezza superiore a 20 cm lo spessore non dovrà essere inferiore a 30/10 di mm, su tutto lo sviluppo del profilo.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento, di pari affidabilità, su tutte le superfici.

Il materiale grezzo, dopo aver subito detti suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernice tipo wash primer, dovrà essere verniciato con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140 °C.

Il retro e la scatolatura dei cartelli verrà ulteriormente finito in colore grigio neutro opaco con speciale smalto sintetico o con altro prodotto che dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzioni Lavori.

Per segnali di direzione e di preavviso l'Appaltatore potrà utilizzare, previo assenso della Direzione Lavori e alle stesse condizioni contrattuali, pannelli in estruso di alluminio. Come per la lamiera d'alluminio, le superfici dei pannelli in estruso di alluminio dovranno essere trattate per l'applicazione della pellicola seguendo il procedimento sopra descritto.

### **Rinforzi**

Ogni segnale sarà rinforzato in ogni suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola con spigoli arrotondati.

Le targhe con superficie superiore a mq. 0,80, i dischi Ø 90 cm, i segnali ottagonali Ø 90 cm. ed i segnali di direzione, saranno rinforzati mediante l'applicazione sul retro, per tutta la larghezza del cartello, di due traverse di irrigidimento in alluminio, prolungate ad omega, completamente scanalate, disposte orizzontalmente e parallelamente al diametro del segnale, adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di ancoraggio ai sostegni.

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di mq. 1,25 i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento secondo le mediane o le diagonali.

### **Attacchi**

Laddove non specificato, tutti i segnali stradali porteranno sul retro gli attacchi standard, adatti a sostegni in ferro tubolare del diametro esterno di 60 mm, composti da staffa a corsoio della lunghezza utile di cm. 12 saldata al segnale, da controstaffa, bulloni - e relativi dadi - interamente filettati in acciaio inox.

I segnali di obbligo: Fig. II 80/a, 80/b, 80/c, 82/a, 82/b, invece, dovranno essere dotati di otto attacchi standard disposti in forma circolare se richiesto dalla D.L..

Qualora i segnali fossero costituiti da due o più pannelli contigui, questi saranno perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistenti alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni in acciaio inox.

### **c) Targhe modulari**

#### **Rinforzi**

Ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, con duplice funzione di irrigidire ulteriormente il supporto e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe che in questo modo potranno essere fissate senza problemi di interasse, anche a sostegni esistenti.

Per i profili da cm 25 e cm 30, sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".

Le targhe bifacciali dovranno essere complete anche di staffe a cerniera aperta pure in alluminio estruso, per il fissaggio a sostegni tubolari di diametro 60 o 90 mm.

Qualora non fossero richieste le staffe a cerniera aperta su entrambi i lati chiusi, quello mancante dovrà essere opportunamente chiuso con tappo pure in alluminio estruso.

#### **Giunzioni**

Ogni profilo avrà ricavato, lungo i bordi superiore ed inferiore, 2 sagome ad incastro che consentano la sovrapponibilità e la congiunzione dei profili medesimi.

Tale congiunzione, per offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto.

Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale e le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

## **Finiture**

Le targhe realizzate con i profili descritti dovranno consentire l'applicazione corretta dei vari tipi di pellicola, con le stesse modalità e garanzie delle targhe tradizionali. Per quanto riguarda la finitura posteriore delle targhe monofacciali, non viene richiesto alcun trattamento particolare, date le notevoli caratteristiche chimico-fisiche della lega anticorrosione.

Le targhe modulari in lega di alluminio anticorrosione dovranno inoltre consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire grafica, la simbologia e i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni.

### **Iscrizioni sul retro dei segnali**

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato l'Ente proprietario della strada, il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale, l'anno di fabbricazione (che dovrà coincidere con l'anno di fornitura), il numero di contratto con il quale l'Ente appaltante ha aggiudicato i presenti lavori di manutenzione della segnaletica verticale, nonché il numero dell'autorizzazione concessa dal Min. LL.PP. alla Ditta medesima per la fabbricazione dei segnali così come previsto dall'art. 77 del Regolamento di Attuazione del C.d.S..

Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm<sup>2</sup> e dovrà essere in serigrafia.

### **Faccia anteriore**

La superficie anteriore dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente paragrafo, deve essere finita con l'applicazione, sull'intera faccia a vista, delle pellicole retroriflettenti, di classe 1, Classe 2 o di Classe 2 "Speciali" secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dell'art. 79, commi 11 e 12, del DPR 16/12/92 n. 495, modificato dal DPR 16/09/96 n. 610, o in pellicola richiesta dalla Stazione Appaltante.

Sui segnali la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste o inchiostri trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli ed infine protetto interamente da apposito trasparente di finitura che garantisca la inalterabilità della stampa.

Sono consentite deroghe al "pezzo unico" solo per la realizzazione di pannelli quadrati o rettangolari il cui lato minore sia di larghezza superiore a cm. 120.

Per quanto riguarda la segnaletica di indicazione (frece, preavvisi di bivio, ecc.) essa dovrà interamente essere riflettorizzata, sia per quanto concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo schema di colori con il quale appaiono di giorno, in ottemperanza alle norme vigenti.

Per ogni segnale di preavviso la Ditta aggiudicataria dovrà approntare un disegno in scala che sarà sottoposto all'approvazione della Amministrazione aggiudicatrice prima dell'applicazione della pellicola.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti; i colori stampati dovranno mantenere inalterate le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste nei paragrafi 2.1 e 2.2 del Disciplinare Tecnico approvato con decreto del Ministero dei LL.PP. 31/03/95 n. 1584 per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente. Su ogni porzione di quest'ultima dovrà comparire almeno una volta il contrassegno di cui al capitolo 5 del Disciplinare tecnico.

In ogni caso la visibilità dei segnali dovrà corrispondere alle prescrizioni dell'art. 79 e seguenti del vigente Regolamento del Codice della Strada ferme restando le modalità di esecuzione sopra descritte relative ai segnali a pezzo unico e a quelli di indicazione.

### **d) Pellicole retroriflettenti**

Le pellicole retroriflettenti da usare per i forniture e posa in opera in oggetto dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvato dal Ministero LL.PP. con decreto del 31/03/95 n. 1584 e dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN 29000.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall'art. 194, comma 1, del Regolamento del Codice della Strada DPR 16/12/92 n. 495, nel testo in vigore. L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole.



Al fine di garantire il livello di qualità delle pellicole retroriflettenti la Ditta aggiudicataria dovrà presentare certificati di conformità rilasciati da Istituti autorizzati, così come prescritto nel paragrafo 1.3 del Disciplinare Tecnico.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni, per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tab. I del Disciplinare Tecnico summenzionato.

Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

Potranno essere utilizzate pellicole retroriflettenti sia termoadesive (tipo A) sia autoadesive (tipo B). All'atto dell'aggiudicazione, la Ditta aggiudicataria dovrà indicare nella dichiarazione impegnativa di cui riportante il tipo di pellicola in precedenza utilizzata. In caso di variazione durante i forniture e posa in opera, la Ditta dovrà preventivamente comunicare tale variazione all'Amministrazione per accettazione.

Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutta l'azione combinata della depressione e del calore.

Le pellicole retroriflettenti autoadesive dovranno essere applicate con tecniche che garantiscano che la pressione necessaria all'adesione della pellicola-supporto sia stata esercitata uniformemente sull'intera superficie. Comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole.

#### **Pellicole retroriflettenti a normale efficienza (di Classe 1)**

Sono così definite le pellicole a normale risposta luminosa con durata di 7 anni.

Le pellicole retroriflettenti devono avere i livelli di qualità prescritti dal Disciplinare tecnico (D.M. LL.PP. 31/03/95 n. 1584).

#### **Pellicole retroriflettenti ad elevata efficienza (di Classe 2)**

Sono così definite le pellicole ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni.

Le pellicole retroriflettenti devono avere i livelli di qualità prescritti dal Disciplinare tecnico (D.M. LL.PP. 31/03/95 n. 1584).

#### **Pellicole speciali**

Sono così definite le pellicole ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni, munite di certificazione per la Classe 2, ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di Classe 2 di cui al capitolo 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M. 31.03.1995

Questo tipo di pellicole possono essere usate in specifiche situazioni stradali:

- segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità alle brevi e medie distanze;
- segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione ed interpretazione da parte del conducente del veicolo;
- strade ad elevata percorrenza da parte di mezzi pesanti;
- strade con forte illuminazione ambientale;

Al fine di realizzare segnali stradali efficaci per le suddette specifiche situazioni, dette pellicole retroriflettenti devono possedere caratteristiche di grande angolarità superiori, così come definite dalla seguente tabella, relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente areico di intensità luminosa):

| ANGOLO DIVERG. | ANG. ILLUMIN. | BIANCO | GIALLO | ROSSO | VERDE | BLU |
|----------------|---------------|--------|--------|-------|-------|-----|
|                | 5°            | 80     | 65     | 20    | 10    | 4   |
| 1°             | 30°           | 50     | 40     | 13    | 5     | 2,5 |
|                | 40°           | 15     | 13     | 5     | 2     | 1   |

|      |     |    |     |     |     |      |
|------|-----|----|-----|-----|-----|------|
|      | 5°  | 20 | 16  | 5   | 2,5 | 1    |
| 1,5° | 30° | 10 | 8   | 2,5 | 1   | 0,50 |
|      | 40° | 5  | 4,5 | 1,5 | 0,5 | 0,25 |

Un rapporto di prova, rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 31.03.95, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopradetti requisiti dovrà essere consegnato all'Amministrazione, unitamente alla certificazione di Classe 2 prevista dallo stesso D.M. 31.03.95.

Potrà essere richiesto che tale pellicola speciale sia inoltre dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stessa non superiore a 25° (venticinque gradi).

Detta misurazione si intende effettuata con sistemi per misura delle tensioni superficiali "Kruss" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°.

In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel certificato di cui sopra.

#### 5.9 - Caratteristiche e qualità dei sostegni

I sostegni, i supporti e le basi mobili di tipo trasportabile e ripiegabile dovranno essere realizzati in maniera tale da assicurare la stabilità del segnale in qualsiasi condizione della strada ed atmosferica.

I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati e installati in maniera tale da resistere ad una velocità del vento di km/h 150, pari ad una pressione dinamica di 140 kg/mq e comunque nel rispetto di:

D.M. LL.PP. 16/01/1996: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso e per strutture metalliche"

D.M. LL.PP. 16/01/1996 "Aggiornamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"

D.M.LL.PP. 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"

CNR 10011/85 "Costruzioni d'acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione il collaudo e la manutenzione"

CNR 10022/84 "Profilati formati a freddo; istruzione per l'impiego nelle costruzioni".

Le fondazioni in conglomerato cementizio di classe Rck 250 kg/cm<sup>2</sup> dovranno essere gettate in opera e dimensionate per gli sforzi derivanti dalla spinta sopra indicata.

L'Impresa rimarrà pertanto unica e sola responsabile in qualsiasi momento della stabilità dei segnali sia su pali che su portali, sollevando da tale responsabilità sia l'Amministrazione sia i suoi Funzionari da danni che potessero derivare a cose o a persone.

#### **e) Sostegni**

##### **Sostegni a palo**

I sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali), saranno in acciaio Fe 360 B tubolare con contenuto di silicio inferiore a 0,04% o compreso fra 0,14-0,24% e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo (norme UNI 5744-66 e ASTM 123) e non verniciati.

Detti sostegni dovranno avere diametro esterno di 60 mm e pesare non meno di Kg. 4,2 a ml (corrispondente ad uno spessore minimo di 3 mm).

I sostegni avranno la sommità chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica ed avranno un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio. Dovranno inoltre avere un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno.

I sostegni (mensole) per i segnali da fissare a parete saranno costituiti da barre in acciaio zincato con sezioni ad "U" fornite in spezzoni da mm 4,00.

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio potranno essere richiesti dalla Direzione Lavori anche in acciaio zincato a caldo (secondo le norme ASTM 123) con profilo ad "IPE" dimensionati per

resistere ad una spinta di 140 Kg/mq e atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio UNI-3569-TA/16 dell'altezza di mm 40.

### **Sostegni a portale**

I sostegni a portale per i segnali saranno costituiti in tubolari di acciaio tipo Fe 360 B a sezione quadra o rettangolare o a sezione variabile, interamente zincati a caldo evitando effetto "SENDELIN" (norme UNI 5744-66 e ASTM) con quantità di silicio inferiore a 0,04% o compreso tra 0,14% e 0,24%.

Se non diversamente specificato, l'altezza del ritto sarà tale da consentire l'installazione di targhe ad un'altezza minima di 5,50 ml dal piano viabile.

La traversa sarà monotrave con montanti leggeri per il fissaggio delle targhe.

I portali saranno ancorati al terreno mediante un dado di fondazione in calcestruzzo armato idoneamente dimensionato ed eventualmente sottofondato secondo le caratteristiche del terreno, con relativa piastra di base e tirafondi zincati o, in alternativa, con altra soluzione che dovrà comunque essere concordata con la Amministrazione aggiudicatrice ed approvata dalla stessa.

### **f) Segnaletica complementare - Delineatori normali di margine**

I delineatori normali di margine o segnalimiti stradali devono avere i requisiti stabiliti nell'art. 173 del D.P.R. 16/12/92 n. 495 Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada, aggiornato dal D.P.R. 16/09/96 n. 610, e a quelle dei Decreti e Circolari emanati a tutt'oggi dal Ministero LL.PP.

In particolare, devono essere forniti di dispositivo rifrangente la cui superficie deve essere, al minimo, di 60 cmq ed il cui colore deve essere: rosso per i segnalimiti da installare sul lato destro del senso di marcia e bianco per quelli da installare sul lato sinistro.

I dispositivi rifrangenti dovranno portare impressa l'approvazione data dal Ministero LL.PP.

I segnalimiti devono inoltre portare impressa, in vicinanza del dispositivo rifrangente, l'anno ed il trimestre di fabbricazione ed il marchio di fabbrica od il nominativo della Ditta.

### **Forma**

Il delineatore ha la forma di un prisma cavo con la sezione normale a triangolo isoscele, chiuso all'estremo superiore da una faccia (triangolare) inclinata verso strada.

### **Dimensioni**

Le dimensioni esterne del delineatore sono le seguenti:

sezione trapezoidale con spigoli arrotondati con archi di cerchio di circa 1 cm. di raggio;

base ed altezza del triangolo isoscele rispettivamente cm. 10 e cm. 12 con una tolleranza non superiore al 5% e con il lato minore parallelo all'asse stradale;

spessore delle pareti del delineatore non inferiore a mm. 2;

altezza minima del delineatore 120 cm (dovrà infatti essere tale da consentirne l'installazione nel rispetto delle prescrizioni di cui all'art. 173, comma 6, del D.P.R. 16.12.1992 n. 495);

### **Colori**

I delineatori devono essere di colore bianco con fascia nera alta 25 cm posta nella parte superiore.

Su entrambe le facce di quest'ultima, oblique rispetto alla strada, saranno applicati in appositi alloggiamenti, i dispositivi rifrangenti di cui si è parlato in precedenza, aventi forma rettangolare con il lato maggiore disposto verticalmente. Sulla faccia rivolta verso il senso di marcia dei veicoli (per intenderci, sul lato destro della carreggiata) verrà applicato il dispositivo di colore rosso, sull'altra faccia quello di colore bianco.

Per delineatori da installare su strade a senso unico di marcia, sulla faccia rivolta verso il traffico veicolare (per intenderci, sul lato destro della carreggiata), sarà applicato in apposito alloggiamento, un dispositivo rifrangente di forma rettangolare con il lato maggiore disposto verticalmente di colore giallo della superficie minima di 60 cmq; sull'altra faccia saranno applicati due elementi rifrangenti gialli posti sempre in verticale ed opportunamente distanziati tra loro, ciascuno con superficie attiva minima di 30 cmq.

### **Materiali**

I segnalimiti saranno costituiti interamente da polietilene ad alta densità.

La parte di colore bianco dovrà presentare un tenore di biossido di Titanio (TiO<sub>2</sub>) di almeno il 2%; quella di colore nero dovrà essere realizzata mediante pigmentazione in massa con nerofumo.

I parametri caratteristici del polimero (polietilene ad alta densità) dovranno presentare valori compresi nei limiti seguenti:

|   |   |
|---|---|
| indice di fluidità (Melt index):  | 0.2 ÷ 0,4   |
| Densità:  | 0,95  |
| Carico di rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio <weather o meter> secondo le norme ASTM 4257 e D 1499-59T): | 220 Kg/cm <sup>2</sup> (22 N/mm <sup>2</sup> )                            |
| prima:  | deve raggiungere almeno   |
| dopo:   | l'85% del valore iniziale   |
| Allungamento a rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti come sopra):   | 35%   |
| prima:  | deve raggiungere almeno   |
| dopo:   | l'85% del valore dell'allungamento iniziale                               |
| Resistenza all'urto del polimero pigmentato (prima e dopo l'esposizione ai raggi ultravioletti secondo le norme IZOD-ASTM 256-56T)                                      |   |
| prima:  | deve raggiungere un minimo di 9 kg.cm/cm                                  |
| dopo:   | deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione. |

I dispositivi rifrangenti impiegati saranno costituiti con metacrilato di metile con superficie rifrangente protetta a perfetta tenuta stagna ed aventi i seguenti valori di rifrangenza minimi:

Bianco: 50 mcd/lux per cm<sup>2</sup>;

Giallo: 20 mcd/lux per cm<sup>2</sup>;

Rosso: 12 mcd/lux per cm<sup>2</sup>;

misurazioni effettuate a 20° di incidenza ed a 20' (1/3 di grado) di divergenza.

I catadiottri dovranno essere fissati al delineatore con dispositivi e mezzi idonei ad impedirne l'asportazione.

Per tutti i materiali per i quali non sono contenute prescrizioni nel presente Capitolato Speciale, La Ditta aggiudicataria si atterrà alle prescrizioni fissate dalle norme vigenti e a quelle speciali disposizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori.

## **ALLEGATO 1**

Istruzione Operativa per la corretta gestione  
dei rifiuti da parte del personale del settore  
viabilità e modulistica