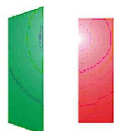




Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



MINISTERO
DELL'INTERNO



COMUNE
DI PADOVA

COMUNE DI PADOVA

Manutenzione straordinaria su ponti e viadotti "Recupero strutturale del ponte sul Bacchiglione in Corso Kennedy/Corso Esperanto"

IMPORTO COMPLESSIVO DI PROGETTO € 995.000,00

Finanziamento PNRR - Missione 2 Componente 4 Investimento 2.2 -B - Messa in sicurezza del territorio

PROGETTO ESECUTIVO

LLPP OPI 2020/044 CUP H97H20001050001



G.T. ENGINEERING S.r.l.
Via A.Ponchielli, 2 - 43011 Busseto (PR)
TEL. +39 0524 930103
E-Mail: gte@gteng.it - PEC: gte@pec.gteng.it
www.gteng.it

IL PROGETTISTA

LAVORO

MANUTENZIONE STRAORDINARIA SU PONTI E VIADOTTI
RECUPERO STRUTTURALE DEL PONTE SUL BACCHIGLIONE CORSO KENNEDY/CORSO ESPERANTO

TAVOLA

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE TECNICA

SCALA

-

TAVOLA N.

8

COMMESSA N.
2144PAD

FILE
APPR_08_OPI_8_CSA

LAYOUT

SISTEMA QUALITA' AZIENDALE CERTIFICATO UNI EN ISO 9001
DNV GL Business Assurance
Certificato n° CERT-02421-97-AQ-BOL-SINCERT

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | CONTROLLATO |
|------|---------------|-----------------------------|---------|-------------|
| 1 | giugno 2022 | AGGIORNAMENTO PREZZI E PNRR | GTE | MANFREDI |
| 0 | febbraio 2022 | EMISSIONE | GTE | MANFREDI |

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONE DEGLI ELEMENTI TECNICI

indice

| | |
|--|-----------|
| <i>PARTE PRIMA – DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEI LAVORI.....</i> | <i>11</i> |
| Art. 1 – Oggetto dell'appalto..... | 11 |
| Art. 2 – Ammontare dell'appalto | 11 |
| Art. 3 – Elenco lavorazioni omogenee | 11 |
| Art. 4 – Descrizione sommaria dei lavori | 12 |
| Art. 5 – Contabilità dei lavori – categoria prevalente | 12 |
| Art. 6 – Personale dell'impresa – disciplina dei cantieri | 12 |
| Art. 7 – Oneri diversi ed obblighi a carico dell'appaltatore..... | 12 |
| Art. 8 – Prescrizioni e norme per l'esecuzione dei lavori in presenza di traffico - misure di sicurezza e provvedimenti di viabilità conseguenti ai lavori | 14 |
| Art. 9 – Programma dei lavori..... | 16 |
| Art. 10 – Durata giornaliera dei lavori - lavoro straordinario, notturno e festivo..... | 16 |
| Art. 11 – Smaltimento rifiuti da demolizioni e scavi | 17 |
| Art. 12 – Finiture e pulizie | 17 |
| Art. 13 – cartelli..... | 17 |
| Art. 14 – Modo di esecuzione delle varie categorie di lavoro | 18 |
| <i>PARTE SECONDA – PRESCRIZIONI TECNICHE.....</i> | <i>19</i> |
| <i>CAPO 1 – QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</i> | <i>19</i> |
| Art. 1 - Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo..... | 19 |
| Art.2 – Dichiarazione di conformità e marcatura CE | 21 |
| Art. 3 – Impiego dei materiali | 21 |
| Art. 4 - Caratteristiche dei vari materiali..... | 21 |
| <i>CAPO 2 – MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI.....</i> | <i>27</i> |
| Premessa..... | 27 |
| Art. 7 - Demolizioni e Rimozioni..... | 27 |
| 7.1 - Demolizione di murature e fabbricati | 27 |
| 7.2 - Idrodemolizioni | 28 |
| 7.3 - Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese | 28 |
| 7.3.1 - Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali..... | 29 |
| 7.4 - Rimozioni..... | 29 |
| Art. 11 - Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)..... | 31 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Tutto il calcestruzzo utilizzato, sia prodotto in cantiere sia in uno stabilimento esterno al cantiere, dovrà essere confezionato con processo industrializzato, mediante impianti idonei ad una produzione costante, con personale e attrezzature capaci di valutare e correggere la qualità del prodotto.</i> | <i>31</i> |
| <i>Gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo della produzione e di un sistema di gestione della qualità secondo UNI EN 9001 certificato da un organismo terzo indipendente.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Per gli aspetti attinenti alla tecnologia del conglomerato cementizio, l'Appaltatore dovrà avvalersi della collaborazione di un tecnologo qualificato il cui curriculum dovrà essere sottoposto all'approvazione del Direttore dei Lavori.</i> | <i>31</i> |
| <i>Per il calcestruzzo fornito da un preconfezionatore esterno l'Appaltatore dovrà garantire il rispetto delle specifiche del presente Capitolato Speciale.</i> | <i>31</i> |
| <i>11.1 - Materiali.....</i> | <i>31</i> |
| <i>11.1.1 - Cemento.....</i> | <i>31</i> |
| <i>11.1.2 - Aggregati.....</i> | <i>32</i> |
| <i>11.1.3 - Acqua di impasto.....</i> | <i>34</i> |
| <i>11.1.4 - Additivi.....</i> | <i>34</i> |
| <i>11.1.4.1 - Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti.....</i> | <i>35</i> |
| <i>11.1.4.2 - Additivi aeranti.....</i> | <i>35</i> |
| <i>11.1.4.3 - Additivi ritardanti e acceleranti.....</i> | <i>35</i> |
| <i>11.1.4.4 - Additivi antigelo.....</i> | <i>36</i> |
| <i>11.1.4.5 - Silice ad alta superficie specifica (Silicafume).....</i> | <i>36</i> |
| <i>11.2 - Tipi e classi dei conglomerati cementizi.....</i> | <i>37</i> |
| <i>11.3 - Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi.....</i> | <i>38</i> |
| <i>11.4 - Controlli in corso d'opera.....</i> | <i>40</i> |
| <i>11.5 - Resistenza dei conglomerati cementizi.....</i> | <i>40</i> |
| <i>11.6 - Durabilità dei conglomerati cementizi.....</i> | <i>41</i> |
| <i>11.7 - Tecnologia esecutiva delle opere.....</i> | <i>42</i> |
| <i>11.7.1 - Confezione dei conglomerati cementizi.....</i> | <i>42</i> |
| <i>11.7.1.1 - Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K..</i> | <i>44</i> |
| <i>11.7.2 - Trasporto.....</i> | <i>44</i> |
| <i>11.7.3 - Posa in opera.....</i> | <i>45</i> |
| <i>11.7.4 - Stagionatura e disarmo.....</i> | <i>47</i> |
| <i>11.7.4.1 - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico.....</i> | <i>47</i> |
| <i>11.7.4.2 - Maturazione accelerata a vapore.....</i> | <i>47</i> |
| <i>11.7.4.3 - Disarmo e scasseratura.....</i> | <i>47</i> |
| <i>11.7.4.4 - Protezione dopo la scasseratura.....</i> | <i>48</i> |
| <i>11.7.5 - Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari.....</i> | <i>48</i> |
| <i>11.7.6 - Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.....</i> | <i>48</i> |
| <i>11.7.7 - Armature per c.a.....</i> | <i>49</i> |
| <i>11.7.8 - Armatura di precompressione.....</i> | <i>50</i> |

| | |
|--|-----------|
| <i>11.7.9 - Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti.....</i> | <i>50</i> |
| <i>11.8 - Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio</i> | <i>50</i> |
| <i>11.8.1 - Apparecchiature e materiali impiegati nella prova.....</i> | <i>50</i> |
| <i>11.8.2 - Metodologia di prova</i> | <i>51</i> |
| <i>11.8.3 - Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi ...</i> | <i>51</i> |
| <i>11.8.4 - Resoconto di prova.....</i> | <i>51</i> |
| Art. 13 - Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso | 52 |
| Art. 14 - Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione | 54 |
| Art. 15 - Ripristino/adeguamento d'elementi strutturali in conglomerato cementizio | 55 |
| <i>15.1 - Miscele per il ripristino di superfici degradate.....</i> | <i>55</i> |
| <i>15.1.1 - Materiali.....</i> | <i>55</i> |
| <i>15.3 - Requisiti dei materiali</i> | <i>60</i> |
| <i>15.4 - Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adeguamento.....</i> | <i>61</i> |
| <i>15.5 - Trattamenti prima del ripristino/adeguamento e fasi esecutive</i> | <i>63</i> |
| <i>15.5.1 - Asportazione del calcestruzzo degradato</i> | <i>65</i> |
| <i>15.5.2 - Trattamento ferri d'armatura</i> | <i>66</i> |
| <i>15.5.3 - Posizionamento d'armature aggiuntive.....</i> | <i>66</i> |
| <i>15.5.4 - Posizionamento della rete elettrosaldata di contrasto</i> | <i>66</i> |
| <i>15.5.5 - Preparazione delle superfici da ripristinare</i> | <i>66</i> |
| <i>15.5.6 - Messa in opera delle miscele di ripristino.....</i> | <i>66</i> |
| <i>15.5.6.1 - Uso di malte e betoncini premiscelati a ritiro compensato</i> | <i>67</i> |
| <i>15.5.6.2 - Uso di malte cementizie polimero modificate.....</i> | <i>67</i> |
| <i>15.5.6.3 - Uso di malte di resina epossidica.....</i> | <i>68</i> |
| <i>15.5.6.4 - Uso di conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato</i> | <i>69</i> |
| <i>15.5.7 - Frattazzatura</i> | <i>69</i> |
| <i>15.5.8 - Stagionatura</i> | <i>69</i> |
| <i>15.6 - Prove e controlli.....</i> | <i>70</i> |
| Art. 16 - Sistemi protettivi per strutture in conglomerato cementizio | 70 |
| <i>16.1 - Protettivi filmogeni - generalità</i> | <i>70</i> |
| <i>16.1.1 - Requisiti e metodi di prova.....</i> | <i>70</i> |
| <i>16.1.2 - Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi.....</i> | <i>71</i> |
| <i>16.1.3 - Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione d'opere d'arte</i> | <i>71</i> |
| <i>16.1.4 - Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di strutture a contatto con acqua.....</i> | <i>72</i> |
| <i>16.1.5 - Preparazione del supporto e modalità d'applicazione del sistema protettivo.....</i> | <i>72</i> |
| <i>16.1.6 - Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali.....</i> | <i>73</i> |
| <i>16.2 - Protettivi impregnanti</i> | <i>73</i> |
| <i>16.2.1 - Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori</i> | <i>73</i> |
| <i>16.2.2 - Caratteristiche dei componenti fondamentali</i> | <i>74</i> |
| <i>16.2.3 - Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti</i> | <i>74</i> |

| | |
|--|-----------|
| 16.3 - Protettivi strutturali..... | 75 |
| Art. 17 - Impermeabilizzazioni | 75 |
| 17.1 - Norme Generali..... | 75 |
| 17.2 - Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretano..... | 76 |
| 17.2.1 - Primer di adesione | 76 |
| 17.2.2 - Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera | 76 |
| 17.2.3 - Mano d'attacco per il collegamento della membrana impermeabile con la sovrastante pavimentazione | 77 |
| 17.2.4 - Modalità di applicazione..... | 77 |
| 17.3 - Manto di impermeabilizzazione realizzato, mediante cappa di mastice di asfalto..... | 77 |
| 17.3.1 - Materiali..... | 77 |
| 17.3.2 - Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato | 79 |
| 17.3.3 - Modalità di applicazione..... | 79 |
| 17.4 - Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non-tessuto..... | 80 |
| 17.4.1 - Materiali..... | 80 |
| 17.4.2 - Modalità esecutive..... | 81 |
| 17.5 - Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile non tessuto in poliestere | 81 |
| 17.5.1 - Materiali..... | 81 |
| 17.5.2 - Modalità di posa in opera | 82 |
| 17.6 - Con cartonfeltro bitumato | 82 |
| 17.7 - Con membrane prefabbricate a base bituminosa..... | 83 |
| 17.8 - Con fogli di PVC o di gomma sintetica (Hypalon)..... | 83 |
| 17.9 - Con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso | 84 |
| 17.10 - Barriera antivapore..... | 84 |
| 17.11 - Geotessile | 84 |
| Art. 18 - Acciaio per c.a. e c.a.p..... | 84 |
| 18.1 - Generalità..... | 84 |
| 18.2 - Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato – Fe B450C e B450A (ex Fe B 44k) | 85 |
| 18.3 - Reti in barre di acciaio elettrosaldate | 86 |
| 18.4 - Zincatura a caldo degli acciai..... | 86 |
| 18.4.1 - Qualità degli acciai da zincare a caldo..... | 86 |
| 18.4.2 - Zincatura a caldo per immersione..... | 86 |
| 18.4.2.1 - Trattamento preliminare | 86 |
| 18.4.2.2 - Immersione in bagno di zinco..... | 86 |
| 18.4.2.3 - Finitura ed aderenza del rivestimento..... | 86 |
| 18.4.2.4 - Verifiche | 86 |
| 18.4.2.5 - Certificazioni | 87 |
| 18.4.2.6 - Lavorazione | 87 |
| 18.5 - Acciai inossidabili | 88 |

| | |
|--|------------|
| 18.6 - Acciaio per c.a.p..... | 88 |
| 18.6.1 - Fili, barre, trefoli..... | 88 |
| 18.6.2 - Cavo inguainato monotrefolo..... | 89 |
| 18.6.3 - Ancoraggi dell'armatura di precompressione..... | 89 |
| 18.7 - Acciai provenienti dall'estero..... | 89 |
| Art. 19 - Acciaio per carpenteria..... | 90 |
| 19.1 - Generalità..... | 90 |
| 19.4 - Collaudo tecnologico dei materiali..... | 91 |
| 19.5 - Controlli in corso di lavorazione..... | 91 |
| 19.6 - Montaggio..... | 92 |
| 19.6.1 - Strutture portanti..... | 93 |
| 19.7 - Verniciature..... | 94 |
| 19.7.1 - Generalità..... | 94 |
| 19.7.2 - Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie..... | 95 |
| 19.7.3 - Preparazione delle superfici..... | 95 |
| 19.7.3.1 - Sabbature..... | 95 |
| 19.7.3.2 - Spazzolatura..... | 95 |
| 19.7.4 - Cicli di verniciatura..... | 96 |
| 19.7.4.1 - Ciclo per superfici in vista - Tabella 19 A -..... | 96 |
| 19.7.4.1.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:..... | 96 |
| 19.7.4.1.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio..... | 96 |
| 19.7.4.2 - Ciclo per superfici interne - Tabella 19 B -..... | 97 |
| 19.7.4.2.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata..... | 97 |
| 19.7.4.2.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio..... | 97 |
| 19.8 - Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente..... | 99 |
| 19.9 - Manufatti in acciaio profilato..... | 99 |
| 19.10 - Botole, chiusini, ecc..... | 100 |
| 19.11 - Scala retrattile..... | 100 |
| 19.12 - Griglie pedonabili e/o carrabili..... | 100 |
| Art. 21 - Giunti di dilatazione su opere d'arte..... | 101 |
| 21.1 - Giunti di dilatazione in acciaio-gomma, a pettine, a piastre metalliche, a lamelle..... | 101 |
| 21.1.1 - Scopo..... | 101 |
| 21.1.2 - Riferimenti normativi..... | 101 |
| 21.1.3 - Tipologie di giunti..... | 101 |
| 21.1.4 - Materiali - requisiti..... | 101 |
| 21.1.4.1 - Acciaio da costruzione..... | 101 |
| 21.1.4.2 - Acciaio inossidabile..... | 102 |
| 21.1.4.2.1 - Superfici di scorrimento e scossaline..... | 102 |
| 21.1.4.2.2 - Ancoraggi e bulloneria..... | 102 |
| 21.1.4.3 - Leghe di alluminio..... | 102 |
| 21.1.4.4 - Gomma..... | 102 |

| | |
|--|-----|
| 21.1.4.5 - Malte, betoncini e resine | 103 |
| 21.1.5 - Posa in opera..... | 104 |
| 21.1.5.1 - Piani e vani di posa | 104 |
| 21.1.5.2 - Sistema di raccolta delle acque..... | 105 |
| 21.1.6 - Prove e controlli..... | 106 |
| 21.1.6.1 - Generalità..... | 106 |
| 21.1.6.2 - Prova funzionale del giunto..... | 106 |
| 21.1.6.3 - Prove di carico | 106 |
| 21.1.6.4 - Prova a fatica | 106 |
| 21.1.6.5 - Prova di adesione al cls | 107 |
| 21.1.6.6 - Prova di sfilamento tirafondi..... | 107 |
| 21.1.6.7 - Prove di protezione anticorrosiva | 107 |
| 21.1.6.8 - Controllo delle materie prime e componenti | 107 |
| 21.1.6.9 - Controlli in corso di montaggio | 108 |
| 21.1.6.10 - Controlli sui prodotti finiti | 109 |
| 21.1.6.11 - Controllo dell'inquinamento acustico sui giunti..... | 110 |
| 21.1.7 - Piano di assicurazione qualità | 111 |
| 21.1.8 - Manutenzione dei dispositivi | 111 |
| 21.1.9. – Penali..... | 111 |
| 21.2 - Giunti di dilatazione a tampone | 112 |
| 21.2.1 - Generalità..... | 113 |
| 21.2.1.1 - Malte e betoncini per ripristini di testate di solette..... | 113 |
| 21.2.1.2 - Dispositivo per i cordoli | 113 |
| 21.2.1.3 - Sistema di raccolta delle acque..... | 113 |
| 21.2.1.4 - Prescrizioni acustiche dei giunti a tampone..... | 113 |
| 21.2.2 - Giunto a tampone viscoelastico..... | 114 |
| 21.2.2.1 - Modalità di esecuzione del giunto | 114 |
| 21.2.2.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti..... | 115 |
| 21.2.3 - Giunti a tampone ANIDRO (brev. AUTOSTRADE n. RM 9400038)..... | 116 |
| 21.2.3.1 - Modalità di esecuzione del giunto | 116 |
| 21.2.3.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti..... | 117 |
| 21.2.4 - Controllo dei requisiti di accettazione e penalità..... | 118 |
| Art. 22 - Dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati..... | 120 |
| Art. 24 - Misto granulare non legato per fondazione | 121 |
| 24.1 - Descrizione..... | 121 |
| 24.2 - Caratteristiche dei materiali da impiegare | 122 |
| 24.3 - Studio preliminare..... | 122 |
| 24.4 - Modalità esecutive..... | 123 |
| Art. 25 - Pavimentazioni in conglomerato bituminoso | 124 |
| 25.1 - Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali..... | 124 |

| | |
|--|-----|
| 25.1.1 – Materiali costituenti e loro qualificazione..... | 124 |
| 25.1.2 – Accettazione delle miscele | 129 |
| 25.1.3 – Confezionamento delle miscele..... | 130 |
| 25.1.4 – Preparazione delle superfici di stesa | 130 |
| 25.1.5 – Posa in opera delle miscele | 132 |
| 25.1.6 - Campo prove | 134 |
| 25.1.7 – Controlli..... | 134 |
| 25.1.8 – Penalità..... | 136 |
| 25.2 - Conglomerati Bituminosi a granulometria aperta (drenanti), semi aperta (grenu), discontinua (splittmastix) per tappeti di usura | 138 |
| 25.2.1 – Materiali costituenti e loro qualificazione..... | 138 |
| 25.2.2 – Accettazione delle miscele | 146 |
| 25.2.3 – Confezionamento delle miscele | 146 |
| 25.2.4 - Preparazione delle superfici di stesa | 146 |
| 25.2.5 - Posa in opera delle miscele | 147 |
| La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 5–10 m/min con alimentazione continua del conglomerato..... | 147 |
| 25.2.6 – Campo prove | 148 |
| 25.2.7 – Controlli..... | 148 |
| 25.2.8 – Penalità | 152 |
| Art. 27 - Tubazioni, pozzetti, canalette, mantellate, cunette e fossi di guardia, cordonature, manufatti..... | 155 |
| 27.1 - Tubazioni..... | 155 |
| 27.1.1 - Generalità..... | 155 |
| 27.1.2 - Tubi di P.V.C. rigido | 155 |
| 27.1.3 - Tubi di polietilene..... | 156 |
| 27.1.3.1 - Giunzioni per saldatura..... | 156 |
| 27.1.3.2 - Saldature testa a testa | 156 |
| 27.1.3.3 - Giunzioni elettrosaldabili..... | 156 |
| 27.1.3.4 - Giunzioni mediante serraggio meccanico | 157 |
| 27.1.3.5 - Giunzioni per flangiatura | 157 |
| 27.1.3.6 - Collegamento fra tubi in P.E.a.d. e tubazioni di altro materiale | 157 |
| 27.1.3.7 - Tubi in polietilene flessibili, in rotoli od in barre per il passaggio di cavi in genere | 157 |
| 27.2 - Pozzetti, chiusini, griglie | 158 |
| 27.2.3 - Chiusini e griglie..... | 158 |
| 27.3 - Canalette | 158 |
| 27.4 - Rivestimento per cunette e fossi di guardia..... | 159 |
| 27.5 - Cordonature | 159 |
| 27.7 - Canalette prefabbricate con griglie in ghisa..... | 159 |

| | |
|---|-----|
| Art. 30 - Barriere di sicurezza | 161 |
| 30.3 - Barriere metalliche..... | 163 |
| 30.3.1 - Accettazione dei materiali | 163 |
| 30.3.2 - Qualità dei materiali | 164 |
| 30.3.3 - Modalità d'esecuzione..... | 165 |
| 30.3.4 - Prove - penali | 166 |
| 30.4 - Barriere prefabbricate a profilo New Jersey..... | 168 |
| 30.4.1 - Caratteristiche tecniche..... | 168 |
| 30.4.2 - Materiali..... | 169 |
| 30.4.2.1 - Conglomerato cementizio | 169 |
| 30.4.2.2 - Acciaio..... | 169 |
| 30.4.3 - Posa in opera..... | 169 |
| 30.4.3.1 - Barriera spartitraffico "monofilare" | 169 |
| 30.4.3.2 - Barriera laterale parapetto | 170 |
| 30.4.3.3 - Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione | 171 |
| 30.4.3.4 - Verifiche | 171 |
| 30.5 - Corrimano metallico strutturale..... | 171 |
| 30.5.1 - Resistenze strutturali e protezione dei materiali | 172 |
| 30.5.2 - Posa in opera..... | 172 |
| 30.5.3 - Prove sui materiali | 172 |
| 30.6 - Barriere in acciaio a profilo New Jersey | 173 |
| 30.6.1 - Materiali..... | 173 |
| 30.6.2 - Zincatura | 173 |
| 30.6.3 - Verniciatura protettiva | 173 |
| 30.6.4 - Collaudo delle barriere | 174 |
| Art. 32 - Segnaletica verticale e orizzontale | 176 |
| 32.1 - Premessa | 176 |
| 32.3 - Delineatori stradali | 176 |
| 32.3.1 - Delineatori normali di margine..... | 176 |
| 32.3.1a - Costruzione del delineatore..... | 176 |
| 32.3.1b - Norme di accettazione dei paletti | 177 |
| 32.3.1c - Forme e dimensioni degli elementi rifrangenti..... | 177 |
| 32.3.1d - Norme di accettazione | 177 |
| 32.3.1e - Posa in opera dei delineatori normali di margine..... | 178 |
| 32.3.1f - Delineatori su manufatti..... | 178 |
| 32.3.2 - Delineatori speciali | 179 |
| 32.3.2a - Delineatori in galleria | 179 |
| 32.3.2b - Delineatori modulari di curva..... | 180 |
| 32.3.3 - Penali | 180 |
| 32.4 - Segnaletica orizzontale..... | 181 |
| 32.4.1 - Premessa | 181 |

| | |
|--|-----|
| 32.4.2 - Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale | 181 |
| 32.4.2.1 - 1° LIVELLO prodotti di tipo "a" (pitture-idropitture)..... | 182 |
| 32.4.2.2 - 2° LIVELLO prodotti di tipo "b" (termoplastico)..... | 182 |
| 32.4.2.3 - 3° LIVELLO prodotti di tipo "b"-"c" (termoplastico-antinebbia-elastoplastico)..... | 182 |
| 32.4.2.4 - Tratti antinebbia..... | 182 |
| 32.4.2.5 - Verniciature rifrangenti su archi di imbocco gallerie e isole spartitraffico..... | 183 |
| 32.4.3 - Caratteristiche dei materiali | 183 |
| 32.4.3.1 - Colore..... | 183 |
| 32.4.3.2 - Visibilità notturna..... | 183 |
| 32.4.3.3 - Valore abrasibilità SRT | 184 |
| 32.4.3.4 - Tempo di essiccazione | 184 |
| 32.4.3.4.1 - Pitture..... | 184 |
| 32.4.3.4.2 - Termoplastico..... | 184 |
| 32.4.3.4.3 - Laminati..... | 184 |
| 32.4.4 - Caratteristiche fisico chimiche di riferimento dei materiali per segnaletica orizzontale..... | 184 |
| 32.4.4.1 - Idropitture post-spruzzate con microsfere di vetro..... | 185 |
| 32.4.4.2 - Pitture a freddo premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro..... | 185 |
| 32.4.4.3 - Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo e/o estrusione premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro..... | 185 |
| 32.4.4.4 - Granulometria delle microsfere | 186 |
| 32.4.5 - Strisce laminate autoadesive prefabbricate, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione | 187 |
| 32.4.5.1 - Posa in opera..... | 187 |
| 32.4.6 - Norme di accettazione | 187 |
| 32.4.7 - Prove sui materiali applicati | 188 |
| 32.4.7.1 - Controlli in laboratorio..... | 188 |
| 32.4.7.1.1 - Corrispondenza tra prodotto accettato e prodotto impiegato | 188 |
| 32.4.7.1.2 - Numero controlli | 188 |
| 32.4.7.2 - Controlli con strumentazione portatile in sito..... | 189 |
| 32.4.7.2.1 - Colore..... | 189 |
| 32.4.7.2.2 - Visibilità notturna..... | 189 |
| 32.4.7.2.3 - Abrasibilità | 189 |
| 32.4.7.3 - Controlli con strumentazione ad alto rendimento | 190 |
| 32.4.8 - Esecuzione dei lavori..... | 190 |
| 32.4.9 - Penali | 190 |
| 32.4.9.1 - Certificazione di qualità | 190 |
| 32.4.9.2 - Prodotti non approvati | 190 |
| 32.4.9.3 - Vita utile della segnaletica orizzontale..... | 190 |
| Articolo 33. Conferimento e smaltimento rifiuti – Piano di Gestione dei Rifiuti..... | 191 |
| Articolo 34 - Legnami | 192 |

| | |
|--|-----|
| Articolo 35 - Materiali a base di pannelli conglomerati di legno | 192 |
| Articolo 36 – Ulteriore documentazione da produrre a carico dell'Appaltatore | 193 |

PARTE PRIMA – DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEI LAVORI**Art. 1 – Oggetto dell'appalto**

L'Appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere, forniture e servizi occorrenti per la realizzazione del:
MANUTENZIONE STRAORDINARIA SU PONTI E VIADOTTI

LL.PP. OPI 2020/044 CUP 1797H20001050001

RECUPERO STRUTTURALE DEL PONTE SUL BACCHIGLIONE IN CORSO KENNEDY/CORSO ESPERANTO

Art. 2 – Ammontare dell'appalto

Il totale dell'importo lavori dell'appalto (comprensivo degli oneri di sicurezza) ammonta presuntivamente a Euro 747.102,08 = (SETTECENTOQUARANTASETTECENTODUE,08) di cui:

| | |
|--|--------------|
| Lavori soggetti a ribasso d'asta | € 701.450,00 |
| Oneri sicurezza per l'attuazione dei piani di sicurezza, non soggetti a ribasso d'asta | € 45.652,08 |
| Totale importo lavori in appalto | € 747.102,08 |

Ai sensi della normativa vigente, i suddetti costi della sicurezza non sono soggetti a ribasso d'asta.

L'importo presuntivo dei lavori potrà variare in più o in meno, per effetto di variazioni nelle quantità delle diverse categorie, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, senza che l'Appaltatore possa trarne argomento per chiedere compensi non contemplati nel presente Capitolato e prezzi diversi da quelli risultanti dall'offerta.

L'I.V.A. farà carico all'Amministrazione a norma delle disposizioni legislative vigenti all'atto esecutivo delle opere.

Art. 3 – Elenco lavorazioni omogenee

| | |
|--|------------------|
| CORDOLI LATERALI | 120.603,65 € |
| SOLETTE DI TRANSIZIONE | 42.328,19 € |
| GIUNTI | 102.496,35 € |
| PAVIMENTAZIONE | 98.324,72 € |
| BARRIERE DI SICUREZZA | 65.628,80 € |
| RIPRISTINO SUPERFICIALE CLS | 38.035,99 € |
| RINFORZI STRUTTURALI IMPALCATO CON FRP | 120.700,86 € |
| PLUVIALI | 4.566,18 € |
| SEGNALETICA | 548,03 € |
| OPERE PROVVISORIALI E CANTIERIZZAZIONE | 69.343,50 € |
| MONITORAGGIO STRUTTURALE | 24.500,00 € |
| PROVA DI CARICO | 14.373,60 € |
| TOTALE LAVORI | 701.450,00 € |

Art. 4 – Descrizione sommaria dei lavori

Le opere principali che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come di seguito, salvo variazioni o più precise indicazioni che, all'atto esecutivo, potranno essere impartite dalla D.L.:

- riparazione della struttura in calcestruzzo armato, consistente in demolizione e sabbiatura delle parti deteriorate, ricostruzione delle parti eliminate previo risanamento delle barre di armatura corrose, e realizzazione di rivestimento protettivo;
- sostituzione completa dei 5 giunti di pavimentazione sulla soletta;
- rifacimento della pavimentazione con impermeabilizzazione della soletta;
- demolizione e ricostruzione dei cordoli laterali con sostituzione della barriera di sicurezza con nuova barriera tipo H3 bordo ponte.
- rinforzo strutturale travi di impalcato mediante l'applicazione di compositi FRP nelle zone nelle quali risulti necessario
- Realizzazione di soletta di transizione a tergo delle spalle su entrambe le carreggiate al fine di limitare i cedimenti differenziali delle pavimentazioni nella sezione di passaggio tra struttura di impalcato e rilevati di approccio.
- Realizzazione di un sistema di smaltimento ed allontanamento delle acque meteoriche di impalcato mediante la posa in opera, in corrispondenza degli impalcati di riva, di pluviali che smaltiscano le acque direttamente nel Fiume Bacchiglione, in posizioni atte a garantire la corretta gestione della navigazione.
- installazione di un sistema di monitoraggio degli spostamenti e delle deformazioni del ponte, con particolare riferimento al controllo di possibili cedimenti delle fondazioni delle pile, indicati come potenziale vulnerabilità nelle relazioni conclusive delle indagini eseguite sul manufatto nell'anno 2020.

Art. 5 – Contabilità dei lavori – categoria prevalente

I lavori oggetto del presente capitolato verranno contabilizzati secondo quanto stabilito dalla normativa vigente.

Il contratto d'appalto sarà stipulato a misura.

Ai sensi dell'articolo 61 del Regolamento Generale e successive modifiche e in conformità all'allegato "A" al predetto regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere "OG3".

Art. 6 – Personale dell'impresa – disciplina dei cantieri

L'impresa provvederà alla condotta effettiva dei lavori con personale tecnico idoneo, di provata capacità e adeguato, numericamente, alla necessità. L'impresa risponde dell'idoneità dei dirigenti dei cantieri ed in genere di tutto il personale addetto ai medesimi, personale che dovrà essere di gradimento della D.L., la quale ha il diritto di ottenere l'allontanamento dal cantiere di qualunque addetto ai lavori senza l'obbligo di specificarne il motivo e di rispondere delle conseguenze.

Art. 7 – Oneri diversi ed obblighi a carico dell'appaltatore

Oltre agli obblighi previsti dal Capitolato Generale e a quelli elencati nello schema di contratto, saranno a carico dell'Appaltatore anche i seguenti oneri:

- 1) apporre le prescritte segnalazioni diurne e notturne mediante appositi e prescritti cartelli e fanali, al fine di impedire infortuni e incidenti; ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni ricadrà pertanto sull'Appaltatore, restando l'Amministrazione e la D.L. completamente sollevate da ogni responsabilità civile e penale;

- 2) Provvedere all'impianto, manutenzione, sorveglianza, recinzione ed eventuale illuminazione del cantiere;
- 3) costruire eventuali ponti di servizio, passerelle, accessi e, comunque, di tutte le opere provvisionali occorrenti per mantenere i passaggi pubblici e privati;
- 4) organizzazione dei lavori in modo che essi non abbiano ad interferire sul traffico e adozione di tutti i provvedimenti idonei a garantire la sicurezza;
- 5) provvedere all'esecuzione, ove necessario, dei ponti di servizio e delle puntellature per la costruzione, la riparazione o la demolizione dei manufatti e per la sicurezza di eventuali utenti presenti nell'edificio, degli edifici circostanti e del lavoro;
- 6) assicurare il mantenimento continuo, in cantiere, di personale in quantità adeguata ad assicurare la pulizia, l'asporto di materiali di rifiuto e dei residui di ogni specie, l'allontanamento delle acque piovane e lo sgombero, a lavori ultimati, di ogni opera provvisoria, detriti, ecc.;
- 7) provvedere all'allacciamento e al consumo dell'acqua occorrente per i lavori, dell'acqua potabile agli operai, dell'energia per luce e forza motrice, all'installazione degli apprestamenti igienici, ricovero o altro per gli operai stessi;
- 8) provvedere ad approntare in cantiere un adeguato locale di pronto soccorso;
- 9) mettere a disposizione della D.L. un adeguato ufficio di cantiere, riscaldato nel periodo invernale e provvisto di illuminazione, telefono, servizi igienici;
- 10) provvedere, sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico ed al trasporto nei luoghi di deposito situati nell'interno del cantiere e a piè d'opera, secondo le disposizioni della D.L., nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali, forniture ed opere escluse dal presente appalto, rispettivamente provvisti ed eseguiti da altre Ditte per conto dell'Amministrazione; i danni che, per cause dipendenti o per sua negligenza, fossero apportati ai materiali forniti ed ai lavori compiuti da altre Ditte, dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'Appaltatore; quest'ultimo si obbliga ad adottare i provvedimenti di ricovero e conservazione di tutti gli elementi comunque connessi all'intervento restando esonerata l'Amministrazione da danni che potessero ad essi derivare da qualsiasi causa compresa quella di forza maggiore;
- 11) provvedere, ad opera completata e prima della consegna, con personale e nei modi specifici all'uopo richiesti, alla pulizia di tutti i locali relativamente a ogni componente tecnologico;
- 12) adozione, durante l'esecuzione dei lavori, di tutti i provvedimenti necessari per prevenire gli infortuni, anche nel pieno rispetto della legge 19/3/90, n.55, e del D.Leg. 626/94 e successive modifiche e integrazioni, sollevando da ogni responsabilità civile e penale il personale della D.L.; a tale scopo l'Appaltatore dovrà tempestivamente comunicare per iscritto alla D.L. e all'Amministrazione il nominativo del Direttore Tecnico responsabile di cantiere per il rispetto delle suddette norme antinfortunistiche;
- 13) dare corso ai lavori di scavo e demolizioni in genere previo accertamento presso i competenti Uffici Tecnici (E.N.E.L., TELECOM, Padova Servizi (A.M.A.G.), Settori Tecnici del Comune di Padova, ecc.), se vi siano condutture e/o canalizzazioni di sorta che avessero in qualche modo ad interessare l'esecuzione delle opere e, in particolare modo, l'incolumità degli operai addetti ai lavori, restando fin d'ora l'Appaltatore, unico responsabile per infortuni sul lavoro e/o danni che avessero a verificarsi a persone e cose per omessa indagine ed acquisizione di preventivi nulla osta in tal senso;
- 14) esecuzione di una serie di fotografie, nel numero e nelle dimensioni che verranno richieste dalla D.L., riproducenti le fasi più caratteristiche dei lavori;
- 15) esecuzione a sue spese, presso i laboratori ufficiali e in cantiere, di tutte le prove che verranno ordinate dalla D.L.; i campioni, dei quali si ordinerà la conservazione, saranno muniti di sigilli a firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore;
- 16) comunicazione settimanale alla D.L. di tutti i dati sulla mano d'opera, sui materiali, sulle attrezzature e su quanto altro fosse richiesto, utilizzati nel cantiere;
- 17) garantire la fornitura del libretto dei ferri e dei disegni definitivi, dove siano indicate tutte le opere eseguite, con tutti gli elementi necessari per individuarle, necessari per la contabilizzazione dei

- lavori, nonché provvedere ad ogni altro rilievo ed aggiornamento che fosse espressamente richiesto, all'atto esecutivo, dalla D.L., fornendo i relativi disegni;
- 18) risarcimento degli eventuali danni che, in dipendenza del modo di esecuzione dei lavori, fossero arrecati a proprietà pubbliche e private, nonché a persone, restando liberi e indenni l'Amministrazione e la D.L.;
 - 19) la fornitura di tutte le norme e le istruzioni per la conduzione e la manutenzione degli impianti e delle singole apparecchiature;
 - 20) la fornitura e l'installazione a parete dei pannelli con gli schemi delle relative apparecchiature e impianti nelle centrali e nei pressi di tutti i quadri elettrici;
 - 21) Provvedere a propria cura e spese alla rimozione, smaltimento e/o recupero dei rifiuti provenienti da demolizioni e/o scavi secondo le modalità previste dal D. lgs. 22/97 e succ. modifiche e integrazioni e dalla L.R. del Veneto 3/2000.

Copia della documentazione relativa allo smaltimento e/o recupero dovrà essere presentata al Direttore dei lavori.

L'Appaltatore è tenuto a garantire la protezione dell'ambiente e dei lavoratori dai pericoli derivanti dall'amianto secondo quanto stabilito dal Dirigente della Direzione Prevenzione n. 265 del 28/04/2000 e succ. modifiche ed integrazioni.

Tutte le operazioni dovranno essere eseguite con attrezzature e secondo modalità tali da ridurre al minimo le emissioni sonore secondo quanto previsto dalla L. 447/95 e L.R. del Veneto 21/99; qualora non sia possibile il rispetto dei limiti previsti dalla classificazione acustica, l'Appaltatore si dovrà munire di apposita autorizzazione in deroga.

Provvedere, a lavori ultimati, alla rimozione di ogni materiale curando che l'intera opera, ivi comprese le finiture, possano essere immediatamente utilizzate senza alcun pregiudizio e/o difficoltà; il direttore lavori, prima di procedere all'emissione del certificato di regolare esecuzione (o il collaudatore, se opere soggette a collaudo), o prima di prendere in consegna l'opera, in caso di consegna provvisoria, procederà alla verifica del corretto e puntuale adempimento di quanto sopra, restando ad esso subordinata l'erogazione del saldo lavori e lo svincolo della cauzione; qualora l'impresa non provvedesse a quanto necessario per la completa fruizione dell'opera, si procederà d'ufficio in danno all'appaltatore.

Art. 8 – Prescrizioni e norme per l'esecuzione dei lavori in presenza di traffico - misure di sicurezza e provvedimenti di viabilità conseguenti ai lavori

Sono a completo carico dell'Impresa gli oneri tutti che derivano dalla esecuzione dei lavori in presenza di traffico ed in particolare:

- dalla frammentarietà dei lavori che dovranno essere condotti per tratti, anche saltuari, e comunque secondo quanto sarà stabilito in corso d'opera a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori;
- dalla necessità di eseguire i lavori in presenza di traffico;
- dal collocamento della segnaletica in corrispondenza di ciascun cantiere di lavoro, nonché dal mantenerne l'efficienza per tutta la durata dei lavori stessi, sia nelle ore diurne che notturne, con apposito personale di guardiana, attenendosi scrupolosamente alle norme di legge in vigore all'atto dell'esecuzione dei lavori, al Codice della Strada e sue eventuali modifiche, alle "Norme di Sicurezza per l'esecuzione dei lavori in presenza di traffico", nonché alle prescrizioni tutte che la Direzione dei Lavori dovesse impartire ad integrazione di quanto previsto dalla Normativa suindicata;
- dalle operazioni di tracciamento e modinatura necessaria per la determinazione ed esecuzione delle opere;
- dalla natura, dalla consistenza, dalle condizioni e dalle limitazioni di transitabilità della rete viaria che adduce alle zone dei lavori;
- dall'eventuale necessità di dover creare strade, rampe e cancelli di accesso al cantiere e di collegamento alla viabilità ordinaria;

- dal ripristino di strade pubbliche e private danneggiate dal transito dei mezzi di lavoro o comunque dall'esecuzione dei lavori.

Saranno altresì a carico dell'Impresa tutti gli apprestamenti per l'esecuzione dei lavori in presenza di traffico, quali tutti gli impianti provvisori di regolazione e deviazione del traffico durante il cantiere, come:

- luci a cascata di restringimento carreggiata;
- semafori provvisori;
- barriere new-jersey di delimitazione cantiere;
- segnaletica orizzontale e verticale;
- cancellazione della segnaletica orizzontale;

il tutto come ordinato dalla Direzione Lavori, anche oltre a quanto prescritto dalle norme vigenti, in modo da garantire sicurezza e scorrevolezza al traffico.

In generale l'Impresa dovrà provvedere, senza alcun compenso speciale, a tutte le opere di difesa, con sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori o di guasti in sede stradale, da attuarsi con cavalletti, fanali, nonché con i segnali prescritti, ecc..

Dovrà pure provvedere ai ripari ed alle armature degli scavi ed in genere a tutte le opere provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

L'Impresa dovrà altresì curare la costruzione di opere di protezione provvisoria per il transito sui cavalcavia, nelle more delle applicazioni dei parapetti definitivi.

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

L'Appaltatore dovrà concordare con il Comando della Vigilanza Urbana e gli Uffici Comunali il programma delle interruzioni parziali o totali di traffico, ottenendo direttamente, a propria cura, spese e responsabilità tutte le autorizzazioni, permessi necessari, tempestivamente nei riguardi del programma generale dei lavori, tenuto conto delle esigenze turistiche e delle manifestazioni pubbliche programmate nel periodo di esecuzione dei lavori.

Nei casi d'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 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 Lavori la facoltà di apprezzamento sulla necessità di chiusura.

Saranno a totale carico dell'Impresa tutti gli oneri conseguenti alle limitazioni di transito e tutti i gravami o contributi per manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, che in dipendenza della esecuzione dei lavori, venissero imposti o richiesti da Province, Comuni ed altri Enti per le strade di loro pertinenza, comprese deviazioni provvisorie in loco.

Così saranno a completo carico dell'Impresa tutti gli oneri e gravami che dovessero venir richiesti da detti Enti per allargamenti di curve o di strettoie, sempreché tali provvedimenti si rendessero necessari, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori o della Autorità competente, per assicurare la regolarità e sicurezza del transito e la pubblica incolumità.

Sono a carico dell'Impresa gli oneri per l'esecuzione delle opere sopra nelle immediate adiacenze o sotto linee ferroviarie in esercizio; l'Impresa è tenuta in tali casi ad adottare, a suo carico e spese, quanto necessario e quanto prescritto dall'Amministrazione Ferroviaria per la pubblica incolumità e per la sicurezza degli operai.

I soli oneri dovuti all'Amministrazione Ferroviaria per i rallentamenti programmati dalla stessa, in dipendenza della esecuzione dei materiali da costruirsi sopra o sotto o adiacenti a linee ferroviarie in esercizio, sono a carico dell'Amministrazione.

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontreranno tubazioni o collettori di fogna, tubazioni di gas o d'acqua, cavi elettrici, telegrafici e telefonici od altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso al Direttore dei Lavori che darà le disposizioni del caso.

Resta pertanto tassativamente stabilito che non sarà tenuto alcun conto degli scavi eccedenti quelli ordinati, né derivanti dalle maggiori profondità a cui l'Appaltatore si sia spinto senza ordine della Direzione dei Lavori.

Particolare cura dovrà porre l'Appaltatore affinché non siano danneggiate dette opere sottosuolo e pertanto egli dovrà a sua cura e spese, a mezzo di sostegni, puntelli, sbadacchiature e sospensioni, fare quanto occorre perché le opere stesse restino nella loro primitiva posizione. Dovrà quindi avvertire immediatamente l'Amministrazione competente e la Direzione Lavori.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provocasse emanazioni di gas, si provvederà a spegnere o ad allontanare qualsiasi fuoco che possa trovarsi nelle vicinanze del lavoro e subito si avvertiranno gli Uffici competenti.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore è responsabile di ogni qualsiasi danno che possa venire dai lavori a dette opere sottosuolo e che è obbligato a ripararlo od a farlo riparare il più presto sollevando l'Appaltante da ogni gravame, noia o molestia.

Art. 9 – Programma dei lavori

L'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione Lavori entro 15 (quindici) giorni dalla consegna dei lavori un dettagliato programma di esecuzione delle opere che intende eseguire, suddiviso nelle varie categorie di opere e nelle singole voci.

Al programma dovranno essere allegati grafici che mettano in chiara evidenza l'inizio, l'avanzamento settimanale ed il termine di ultimazione delle principali categorie di opere, precisando tipo e quantità delle macchine e degli impianti che in ogni caso l'Appaltatore si obbliga ad impiegare, anche per quanto concerne il termine del loro approntamento in cantiere. Il grafico dovrà essere debitamente colorato e suddiviso per categorie di lavoro, con l'indicazione separata degli avanzamenti giornalieri e settimanali previsti in base alle forze di lavoro ed ai macchinari assegnati alle singole categorie.

Qualora il programma definitivo così sottoposto non riportasse l'approvazione dell'Appaltante, l'Appaltatore avrà ancora dieci giorni di tempo per predisporre un nuovo programma, secondo le direttive che avrà ricevuto. L'Appaltatore non potrà avanzare, in relazione alle prescrizioni dell'Appaltante, nessuna richiesta di compensi, né accampare alcun particolare diritto.

Il programma approvato, mentre non vincola l'Appaltante che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione, è invece impegnativo per l'Appaltatore, che ha l'obbligo di rispettare comunque i termini di avanzamento ed ogni altra modalità.

La mancata osservanza delle disposizioni del presente paragrafo da facoltà all'Appaltante di risolvere il contratto per colpa dell'Appaltatore.

L'Appaltante si riserva il diritto di stabilire - in variante al programma originariamente concordato - l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio e di disporre altresì lo sviluppo dei lavori nel modo che riterrà più opportuno in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione delle altre opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi e farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Art. 10 – Durata giornaliera dei lavori - lavoro straordinario, notturno e festivo

L'orario giornaliero dei lavori sarà quello stabilito dal contratto collettivo valevole nel luogo dove i lavori vengono compiuti, ed in mancanza, quello risultante dagli accordi locali, e ciò anche se l'Appaltatore non sia iscritto alle rispettive organizzazioni dei datori di lavoro. Non è consentito far eseguire dagli stessi operai un lavoro maggiore di dieci ore su ventiquattro.

All'infuori dell'orario normale - come pure nei giorni festivi - l'Appaltatore non potrà a suo arbitrio far eseguire lavori che richiedono la sorveglianza da parte degli agenti dell'Appaltante; se, a richiesta dell'Appaltatore, la Direzione Lavori autorizzasse il prolungamento dell'orario, l'Appaltatore non avrà diritto a compenso od indennità di sorta ma sarà invece tenuto a rimborso all'Appaltante le maggiori spese di assistenza.

Qualora la Direzione Lavori ordinasse, per iscritto, il lavoro nei giorni festivi ed il prolungamento dell'orario di lavoro oltre le otto ore giornaliere, all'Appaltatore, oltre l'importo del lavoro eseguito, sarà corrisposto per ogni

ora di lavoro straordinario effettivamente eseguito e per ogni operaio accertato presente un compenso pari alla percentuale di maggiorazione stabilita per lavoro straordinario nei contratti di lavoro, applicata al prezzo della tariffa - inserito nell'elenco prezzi per la fornitura di mano d'opera corrispondente alla categoria del lavoratore che ha compiuto il lavoro straordinario.

Nessun compenso, infine, sarà dovuto all'Appaltatore nei casi di lavoro continuativo di 16 ore (effettuato se le condizioni di luce naturale, nell'epoca in cui si svolgono i lavori, lo consentono) e di 24 ore (nei lavori usualmente effettuati senza interruzioni, o per i quali è prescritta dal presente Capitolato l'esecuzione senza interruzione), stabilito su turni di 8 ore ciascuno e ordinato sempre per iscritto dalla Direzione Lavori.

Art. 11 – Smaltimento rifiuti da demolizioni e scavi

È fatto obbligo all'Appaltatore di provvedere a propria cura e spese all'allontanamento dei materiali provenienti da demolizioni e/o scavi, mediante trasporto in discarica autorizzata o altra forma di smaltimento prevista dal D.P.R. 915/82 e dalla L.R.V. 33/85; nel caso di trasporto di detti materiali in conto proprio, l'Appaltatore è tenuto a munirsi di autorizzazione del Sindaco, giusta deliberazione G.M. n. 3774 del 06.09.1988 e all'osservanza del D.M. 6 settembre 1994 sulle normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Art. 12 – Finiture e pulizie

Ad avvenuta ultimazione dei lavori l'appaltatore provvederà a rimuovere ogni materiale curando che l'intera opera, ivi comprese le finiture, possano essere immediatamente utilizzate senza alcun pregiudizio e/o difficoltà. Il direttore lavori, prima di procedere all'emissione del certificato di regolare esecuzione (o il collaudatore, se opere soggette a collaudo), o prima di prendere in consegna l'opera, in caso di consegna provvisoria, procederà alla verifica del corretto e puntuale adempimento di quanto sopra, restando ad esso subordinata l'erogazione del saldo lavori e lo svincolo della cauzione.

Qualora l'impresa non provvedesse a quanto necessario per la completa fruizione dell'opera, si procederà d'ufficio in danno all'appaltatore.

Art. 13 – cartelli

Tra gli oneri a carico dell'Appaltatore per l'allestimento del cantiere, è ricompreso anche lo studio e la realizzazione della cartellonistica che dovrà contenere tutte le indicazioni concordate con l'Amministrazione anche nel rispetto della legge 19/3/90 n.55.

L'impresa, dovrà produrre all'Ufficio Tecnico dell'Amm.ne Comunale, i bozzetti per un cartello esplicativo in cui venga descritta graficamente l'opera da realizzare inquadrata nel contesto urbano in cui si opera.

Le dimensioni del cartello, da definirsi a cura dell'Ufficio Tecnico dell'Amm.ne Comunale, non potranno essere superiori a cm. 200x150.

Per la realizzazione del cartello dovranno essere utilizzati i seguenti materiali: struttura reticolare in tubi "innocenti" saldamente ancorati a terra con blocchi di cls. di adeguate dimensioni, struttura in uguale materiale con controventatura e cartello disegnato su foglio compensato con struttura di supporto in morali di legno.

Se il finanziamento dell'opera è con la Cassa Depositi e Prestiti, nel cartello va espressamente citata la frase "Opera finanziata dalla Cassa Depositi e Prestiti con i fondi del risparmio postale".

Nel caso in cui le opere non fossero interamente finanziate dal suddetto Istituto Mutuante va comunque specificato l'importo parziale mutuato.

Art. 14 – Modo di esecuzione delle varie categorie di lavoro

L'esecuzione di qualsiasi lavoro sarà fatta secondo le migliori regole d'arte e secondo le prescrizioni che potranno essere impartite dalla D.L. impiegando materiale di qualità scelta: delle dimensioni, lavorazioni e provenienza prescritte. In generale viene espressamente stabilito che detti materiali non potranno mai essere usati se prima non siano stati riconosciuti idonei dalla D.L. e che, ove non dovessero risultare tali, la Direzione potrà farli rimuovere a spese tutte dell'Appaltatore. L'Appaltatore è tenuto a notificare in tempo utile la provenienza dei materiali alla D.L. ed esibire, se richiesto, le fatture originali delle Case fornitrici restando in facoltà della D.L. di escludere quelle la cui provenienza non ritenesse idonea. Sarà sempre in facoltà della D.L. di rifiutare all'atto dell'esecuzione quei materiali che, quantunque ammessi alla prima visita, si mostrassero in seguito difettosi o avessero subito alterazioni.

PARTE SECONDA – PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 1 – QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1 - Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo

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

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.

In dettaglio, i materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

- a) prequalificati corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale.
- b) Identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del DdT (Documento di Trasporto) e dell'eventuale documentazione allegata.
- c) Certificati mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati.
- d) Accettati dal Direttore Lavori mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e mediante prove sperimentali di accettazione
- e) Ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

L'accettazione dei materiali non è in ogni modo definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Quando la Direzione Lavori, nel caso in cui il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b), c), o d), abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

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

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori in seguito specificati o indicati dalla Società e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

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

Le diverse prove ed esami sui campioni saranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'art. 20 della Legge 5/11/1971 n. 1086; la Direzione Lavori potrà a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

Art.2 – Dichiarazione di conformità e marcatura CE

I prodotti che riportano la marcatura CE, che ne attesta l' idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CE, beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare, ove previsto dalla Normativa italiana vigente alla data dell'offerta, la marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

Art. 3 – Impiego dei materiali

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Art. 4 - Caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di un' idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme.

Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Impresa.

In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica.

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

A) **Acqua:** dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971, (D.M. in vigore).

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua di caratteristiche costanti. Sono ammesse come acqua di impasto: l'acqua potabile, acqua proveniente da depuratori delle acque di aggettamento di cantiere, l'acqua di ricircolo degli impianti di betonaggio, qualora rispondenti ai requisiti indicati nella UNI EN 1008. L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1g per litro. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

B) **Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane:**

Si farà esclusivamente uso dei leganti idraulici previsti dalla Legge 26-5-1965 n.595 e norme armonizzate della serie EN 197, dotati di Attestato di Conformità CE.

La scelta dei tipi di cemento da utilizzare per i diversi tipi di calcestruzzo verrà effettuata in sede di Progetto tenendo presenti i requisiti di compatibilità chimica con l'ambiente di esercizio previsto ed il calore di idratazione, per getti il cui spessore minimo sia maggiore di 50cm.

Essi dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge 26/05/1965 n.595;
- delle "Norme sui requisiti d'accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966 modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16-11-1939 n. 2231;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16-11-1939 n. 2230;
- d'altre eventuali successive Norme che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Durante il corso della fornitura dei leganti, la Direzione Lavori farà eseguire periodicamente, da laboratori ufficiali o da altri laboratori di sua fiducia, prove su campioni di leganti prelevati in contraddittorio con l'Impresa stessa.

Le spese per il prelievo, la formazione, l'invio dei campioni, le prove, gli esami e le relative certificazioni, sono a cura e spese dell'Impresa.

C) **Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni):** saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE.

Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali.

Dovranno inoltre corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5-11-1971 (D.M. in vigore).

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. n. 19 del 9/1/1996 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

D) **Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme d'esecuzione lavori.

E) **Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni:** dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi d'elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

) **Blocchi prefabbricati per vibro-compressione:** saranno confezionati con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42,5 o 42,5R, per metro cubo d'impasto.

La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere:

- 8 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di ghiaietto e pietrisco;
- 3 MPa per blocchi prefabbricati con impiego d'argilla espansa.

La superficie delle costole dovrà essere almeno pari, nel caso di strutture non portanti, al 40%; nel caso di strutture portanti al 65% della superficie apparente del piano di posa del blocco.

G) **Materiali ferrosi:** saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5-11-1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0,2 mm.

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65.

I tubi d'acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI 7729 ed appartenere al tipo Fe 510.

H) **Acciaio zincato:** profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m² per zincatura normale
- 300 g/m² per zincatura pesante.

I) **Prodotti plastici metacrilici:** caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI 7067-72 - Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove.

UNI 7074-72 - Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove.

Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.

I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, ecc.).

L) **Leganti ed emulsioni bituminosi:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo n. 3 - Ed. 1958.

M) **Leganti bituminosi:** dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

N) **Geotessili:** costituiti da tessuto non tessuto ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura. I geotessili sono a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata.

Nello specchio che segue sono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi:

| Materie prime | Poliestere | Polipropilene |
|--|------------|---------------|
| Caratteristiche tecniche | | |
| . Densità : g/cm ³ | 1,38 | 0,90 |
| . Punto di rammollimento: K | 503÷523 | 413,00 |
| . Punto di fusione: K | 533÷538 | 443÷448 |
| . Punto d'umidità: % a 65% di umidità relativa | 0,4 | 0,04 |

I geotessili dovranno, non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le seguenti prove:

| | |
|--|-------------|
| - campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza) | UNI 8279/1 |
| - peso, in g/m ² | UNI 5114 |
| - spessore, in mm | UNI 8279/2 |
| - resistenza a trazione su striscia di 5 cm, in N | UNI 8639 |
| - allungamento, in % | UNI 8639 |
| - lacerazione, in N | UNI 8279/9 |
| - resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, in MPa | UNI 8279/11 |
| - punzonamento, in N | UNI 8279/14 |
| - permeabilità radiale all'acqua, in cm/s | UNI 8279/13 |
| - comportamento nei confronti di batteri e funghi | UNI 8986 |

| | | |
|---|---|--|
| - | diametro di filtrazione, espresso in μm , corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica. | |
|---|---|--|

- O) **Tubazioni in PVC:** in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a borchia muniti di guarnizione di gomma.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto italiano dei plastici.

- P) **Materiali per opere in verde:**

- P1) Terreno vegetale: il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m.

Qualora il prelevamento della terra sia fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50 cm.

L'Impresa, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori.

La stessa eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Impresa.

- P2) Concimi: i concimi minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.

- P3) Materiale vivaistico: L'Impresa deve dichiararne la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque assimilabili. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

- P4) Sementi: l'Impresa dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti. Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme dell'art. 1.

Per ulteriori approfondimenti, riguardanti tutti i materiali per opere in verde, si fa riferimento a quanto riportato nell'articolo specifico per l'esecuzione dei lavori.

- Q) **Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni:**

- materiali per rilevati e/o riempimenti;
- aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, ecc.;
- pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, ecc..

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne l'idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste. Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei

risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Impresa stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali. Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

CAPO 2 – MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Premessa

L'Impresa dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle Leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici.

Fermo restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile dell'esecuzione delle opere. Con cadenza giornaliera e con un anticipo minimo di 24 (ventiquattro) ore, rispetto allo svolgersi delle lavorazioni, l'Impresa dovrà comunicare in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori, quali di queste ultime intenderà intraprendere. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori. In caso di mancata trasmissione del programma o di cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori potrà procedere alla verifica ed al controllo di quanto eseguito tramite i mezzi di indagine (distruttivi e non distruttivi) che di volta in volta riterrà più opportuni. Gli oneri per l'esecuzione di ogni controllo supplementare saranno a totale carico dell'Impresa.

La conformità a quanto previsto dal progetto, sarà sancita dalla redazione di un apposito verbale di constatazione, firmato dal Direttore dei Lavori o in sua vece dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali, da lui incaricato e dal Direttore Tecnico dell'Impresa: il verbale riporterà, oltre ai dati identificativi della lavorazione, i tipi e la quantità dei controlli eseguiti.

Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità esecutive, i materiali, le lavorazioni; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione delle lavorazioni contenuta nell'Elenco Prezzi, dovrà essere seguito, obbligatoriamente, quanto previsto nelle Norme Tecniche.

Art. 7 - Demolizioni e Rimozioni

7.1 - Demolizione di murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Saranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, a adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7÷0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'Impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta saranno ceduti all'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanare e trasportare a discarica quelli rifiutati.

7.2 - Idrodemolizioni

L'idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico. Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

7.3 - Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese

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

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

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

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso

rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

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

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

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

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

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

7.3.1 - Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

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

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

7.4 - Rimozioni

Per rimozione s'intende:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione;
- smontaggio completo di pensilina di stazione costituita da struttura portante in acciaio (travi, pilastri, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione, anche composta a traliccio, copertura, controsoffittatura, mantovane e converse in alluminio o acciaio.

Compreso lo smontaggio dell'orditura di fissaggio della copertura e della controsoffittatura, la rimozione dei semafori e delle plafoniere, lo smantellamento degli impianti elettrici e di scarico acque, ecc., il carico, il trasporto e lo scarico a deposito nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori dei materiali riutilizzabili ed a rifiuto di quelli non riutilizzabili;

- rimozione del timpano metallico dell'esistente pensilina di stazione con i necessari adattamenti;
- rimozione di box o baracche prefabbricate in lamiera, compresa la demolizione degli ancoraggi ed opere accessorie tutte; rimozione di tettoie per parcheggi in lamiera, compresa la rimozione dei montanti;
- rimozione completa di tettoia parcheggio auto costituita da pilastri-trave di acciaio e manto di copertura, comunque inclinato, in lastre metalliche, compresa la rimozione dell'orditura di fissaggio;

- rimozione delle lastre di copertura in cemento con fibre di amianto (classificate rifiuto speciale non T/N, conferibile in discarica di seconda categoria tipo B e/o tipo A), previa bagnatura con soluzione fissativa atta ad evitare qualsiasi dispersione in aria e/o suolo delle fibre, mediante loro sollevamento dopo che tutti gli ancoraggi saranno stati tagliati con attrezzi manuali.

Compreso il loro confezionamento a terra in bancali; l'imballo con nylon di adeguato spessore ed il posizionamento presso la zona di accumulo temporaneo all'interno del cantiere, nell'attesa di invio a discarica autorizzata di seconda categoria; la raccolta e l'imballo di tutto il materiale a perdere utilizzato nella zona di lavoro; la delimitazione del cantiere con idonea segnaletica a distanza di sicurezza in modo da consentire l'accesso all'area soltanto al personale autorizzato ed adeguatamente equipaggiato, oltre alle attrezzature di cantiere; la pulizia dell'area di cantiere e dei canali di gronda, utilizzando un aspiratore a filtro assoluto; il trasporto e lo smaltimento in discarica autorizzata;

- rimozione di serramenti di porte e finestre di qualsiasi tipo, l'asportazione di telai e controtelai.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze autostradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Società, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

Art. 11 - Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)

Tutto il calcestruzzo utilizzato, sia prodotto in cantiere sia in uno stabilimento esterno al cantiere, dovrà essere confezionato con processo industrializzato, mediante impianti idonei ad una produzione costante, con personale e attrezzature capaci di valutare e correggere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo della produzione e di un sistema di gestione della qualità secondo UNI EN 9001 certificato da un organismo terzo indipendente.

Per gli aspetti attinenti alla tecnologia del conglomerato cementizio, l'Appaltatore dovrà avvalersi della collaborazione di un tecnologo qualificato il cui curriculum dovrà essere sottoposto all'approvazione del Direttore dei Lavori.

Per il calcestruzzo fornito da un confezionatore esterno l'Appaltatore dovrà garantire il rispetto delle specifiche del presente Capitolato Speciale.

11.1 - Materiali

11.1.1 - Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
 - cemento tipo IV;
 - sono ammessi inoltre i cementi di tipo I, II e V con tenore di alluminato tricalcico (C_3A) $< 5\%$ che la cementeria, dovrà garantire specificando il metodo di misura, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi di tipo III e IV e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi di tipo III e IV. I maggiori oneri per la sostituzione del cemento sono a carico dell'Impresa.
- L'utilizzo dei cementi di tipo I, II e V non è, in qualsiasi caso, consentito per la realizzazione di conglomerati cementizi di tipo I e di tutti i manufatti prefabbricati.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 300 t o frazione).

Ad ogni carico di cemento giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del Documento di Trasporto ed il certificato d'origine prodotto dalla cementeria, attestante la conformità alle vigenti norme sulle caratteristiche del legante.

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

11.1.2 - Aggregati

Saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE.

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2^a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 11 A).

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 11 A e comunque almeno una volta all'anno.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

TABELLA 11 A - Caratteristiche degli Aggregati

| CARATTERISTICHE | PROVE | NORME | TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ |
|---|---|---------------------|--|
| Gelività degli aggregati | Gelività | UNI EN 1367-1 | perdita di massa <4% dopo 10 cicli |
| Assorbimento aggregato grosso Per classi di esposizione XF | Assorbimento | UNI EN 1097-7 | < 1% |
| Resistenza alla abrasione | Los Angeles | CNR 34 e UNI 1097-2 | perdita di massa L.A. 30% |
| Compattezza degli aggregati | Degradabilità alle soluzioni solfatiche | UNI EN 1367-2 | perdita di massa dopo 5 cicli ≤10% |
| Presenza di gesso e solfati solubili | Analisi chimica degli aggregati | UNI EN 1744-1 | SO ₃ ≤ 0,1% |
| Presenza di argille | Equivalente in sabbia | UNI 8520 parte 15 | ES ≥ 80 VB ≤ 0,6 cm ³ /g di fini |

| | | | |
|---|---|------------------------------|---|
| Presenza di pirite, marcasite, pirrotina e quarzo ad estinzione ondulata | Analisi petrografica | UNI EN 932-3 | assenti |
| Presenza di sostanze organiche | Determinazione colorimetrica | UNI EN 1744-1 | Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento |
| Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata | Potenziale reattività dell'aggregato - prova accelerata su provini di malta; Potenziale attività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta | UNI 8520 parte 22 | Espansione < 0,1% Espansione < 0,005% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi |
| Presenza di cloruri solubili | Analisi chimica | UNI EN 1744-1 | Cl \leq 0,1% rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2% per c.a. normale |
| Coefficiente di forma e di appiattimento | Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI | UNI EN 933-3 UNI EN 933-4 | FI e SI \geq 0,15 (Dmax=32 mm) FI e SI \geq 0,12 (Dmax=64 mm) |
| Frequenza delle prove | La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m ³ di aggregati impiegati. | | |

Nella tabella 11 A sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm).

Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni 8000 mc impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 mc di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (norma UNI 8981/5).

Per realizzare conglomerati cementizi per strati coibenti, colmature di solai di copertura, ecc., si dovrà utilizzare come aggregato, un metro cubo di argilla espansa per ogni 200 kg di cemento.

11.1.3 - Acqua di impasto

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 2.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

11.1.4 - Additivi

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI EN 934-2, UNI 10765.

L'Appaltatore dovrà impiegare esclusivamente additivi muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE. I produttori dovranno operare con un sistema di gestione della qualità certificato secondo UNI 9001.

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m³ di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

11.1.4.1 - Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 11 C) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 20%).

11.1.4.2 - Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti normalizzati nella UNI EN 934-2.

La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 11 B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI EN 12350-7.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260.

TABELLA 11 B - Dosaggio richiesto di aria inglobata

| Dmax Aggregati (mm) | % aria aggiunta |
|------------------------|-----------------|
| 10,0 | 4,5 – 8,5 |
| 12,5 | 4,0 – 8,0 |
| 20,0 | 3,5 – 7,5 |
| 25,0 | 3,0 – 7,0 |
| 40,0 | 2,5 – 6,5 |
| 50,0 | 2,0 – 5,0 |
| 75,0 | 1,5 – 3,0 |

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nella UNI EN 480-11.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfele di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

11.1.4.3 - Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche, dopo la maturazione a 28 d.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati rispondenti alla normativa UNI EN 934-2 o UNI EN 10765 dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

11.1.4.4 - Additivi antigelo

Gli additivi antigelo, che dovranno essere esenti da cloruri, abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

11.1.4.5 - Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Potranno essere impiegati aggiunte minerali in polvere costituiti da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume), o da superfluidificanti posti su un supporto costituito dalla silice amorfa di cui sopra.

Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo, disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, limitata all'intervallo 5-10% sul peso del cemento più aggiunte, dovrà essere definita in sede di qualifica preliminare d'intesa con il Progettista in relazione alle caratteristiche del calcestruzzo richieste in fase progettuale.

In via preliminare dovrà essere eseguita una verifica del campione mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl_2 a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

Le caratteristiche tecniche previste secondo la UNI EN 13263 dovranno essere le seguenti:

| Parametro | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| SiO ₂ | >85% |
| CaO | <1,2% |
| SO ₃ | <2,5% |
| Na ₂ O + K ₂ O | <4,0% |
| Cl | <0,2% |
| Area specifica B.E.T. | 20-35 m ² /g |
| Silicio elementare, Si | < 0,5 % |

Al fine di ottenere una corretta progettazione del mix design del conglomerato cementizio, ove è previsto l'impiego della silicafume, il rapporto tra la stessa ed il cemento sarà di 1/1, per la distribuzione delle parti fini e la definizione del rapporto a/c (per l'ottenimento delle resistenze inferiori a 7 d l'apporto della silice non dovrà essere presa in considerazione).

11.1.4.6 – Durabilità dei conglomerati cementizi

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura per la presenza di solfati, cloruri, anidride carbonica aggressiva.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le norme UNI 8981-1, UNI 8981-2 (2007), UNI EN 206-1 e UNI 11104.

La durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i seguenti limiti:

| | |
|------------------------------------|------|
| Riduzione del modulo d'elasticità: | 20% |
| Perdita di massa: | 2% |
| Espansione lineare: | 0,2% |

La prova di permeabilità all'acqua sarà eseguita secondo la Norma ISO 7031. Si richiede una penetrazione media non superiore a 50mm.

La prova di permeabilità all'ossigeno sarà eseguita secondo UNI 11164. Per calcestruzzo impermeabile si richiede un coefficiente di permeabilità non superiore a $1,5 \times 10^{-17}$ mq.

11.2 - Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella 11 C, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

Ai fini dell'utilizzo della tabella seguente il progettista avrà provveduto ad assegnare a ciascun elemento strutturale l'opportuna classe di esposizione conformemente alle prescrizioni contenute nel prospetto 1 della UNI 11104 (allegato 20.1), tenendo anche in considerazione la tabella dell'allegato 20.2.

Per tutte le strutture immerse o contro terra deve essere accertata la composizione dell'acqua e/o del terreno, allo scopo di assegnare la corretta classe di esposizione.

Le prescrizioni della sottostante tabella sono vincolanti, salvo il caso di ristrutturazioni per le quali il progettista potrà motivare la scelta di classi di resistenze diverse.

TABELLA 11 C - Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi
(Norme UNI 11104)

| TIPO DI CLS | CLASSI DI ESPOSIZIONE | CEMENTI AMMESSI a) | MASSIMO RAPPORTO A/C | MINIM O DOSAGGIO DI CEMENTO | CLASSI DI RESISTENZA MINIME Rck | CONSISTENZA AL CONO UNI EN 12350-2 |
|----------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
|----------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|

| | | | | | | |
|-----|-------------------|---|----------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| I | XC4, XS1, XF1 | CEM I CEM II CEM III CEM IV | 0,50 | 340 | 40 MPa | S4, S5 |
| II | XA2 XA3 | CEM III - IV CEM III - IV | 0,50 0,45 | 340 360 | 40 MPa 45 MPa | S4, S5 S4, S5 |
| III | XF2 XF4 | CEM III, IV CEM III, IV (con aria aggiunta ad escl. precompr.) | 0,50 0,45 | 340 360 | 30 MPa 35 MPa | S4, S5 S4, S5 |
| IV | XC3, XA1 | CEM III CEM IV | 0,55 | 320 | 35 MPa | S4, S5 |
| V | XC2 XA2 XA3 | CEM III - IV CEM III - IV CEM III - IV | 0,60 0,50 0,45 | 300 340 360 | 30 MPa 40 MPa 45 MPa | S4, S5 S4, S5 |
| VI | X0 | TUTTI | | | 15 MPa | |

11.3 - Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. in vigore).

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI EN 206-1);
- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ;
- durabilità delle opere (UNI 8981-1 e -2);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI EN 12350-2);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- eventuali tipi di additivi e di aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 12390-5;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN12350-7);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);

- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Impresa intenderà utilizzare.

11.3.1 – Dossier di Prequalifica

L'Impresa dovrà prequalificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima della qualifica all'impianto, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori un DOSSIER DI PREQUALIFICA contenente:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

11.3.2 – Qualifica dell'impianto

La qualifica all'impianto ha lo scopo di verificare sia l'efficienza dell'impianto, che dovrà essere sempre munito di FPC, sia le caratteristiche delle miscele che si devono produrre. I laboratori, saranno sia un Laboratorio Ufficiale o autorizzato indicato dalla Direzione Lavori sia, in parallelo, il laboratorio di cantiere.

Si dovranno effettuare, su almeno tre impasti consecutivi, le seguenti verifiche:

1. il valore medio della resistenza a compressione a 28 giorni (R_m), misurato su almeno 4 prelievi (ciascuno di due provini) deve essere:

| | |
|--|------------------------|
| - per $R_{ck} < 30 \text{ N/mm}^2$ | $R_m \geq 1,25 R_{ck}$ |
| - per $30 \text{ N/mm}^2 \leq R_{ck} \leq 40 \text{ N/mm}^2$ | $R_m \geq 1,20 R_{ck}$ |
| - per $R_{ck} > 40 \text{ N/mm}^2$ | $R_m \geq 1,15 R_{ck}$ |

con valore minimo di ogni singolo provino $R_j \geq R_{ck}$;

dovrà anche essere misurata la resistenza a compressione a 2 e 7 giorni.

2. il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di consistenza dichiarata $\pm 20\text{mm}$.

Salvo requisiti diversi definiti in Progetto o individuati dalla Direzione Lavori in funzione delle condizioni di impiego, la consistenza deve mantenersi:

- per almeno 60 minuti per temperature fino a 20°C;
- per almeno 45 minuti per temperature fino a 30°C.

3. deve essere verificata l'omogeneità del calcestruzzo all'atto del getto su due campioni, prelevati rispettivamente a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera; deve risultare:

- una differenza dell'abbassamento al cono non superiore a 30mm,
- una differenza tra le percentuali in peso di passante al vaglio a maglia quadrata da 4mm dei due campioni non superiore al 4%

4. il rapporto acqua/cemento determinato secondo le modalità previste nella Norma UNI 6393, non deve differire di ± 0.03 da quello dichiarato nella prequalifica;

5. il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco dev'essere superiore al 98% del teorico;
6. il bleeding (secondo UNI 7122, p. 5.2) deve essere minore dello 0,1% dell'acqua di impasto.

Le resistenze medie a compressione per ciascun tipo di calcestruzzo, misurate a 2 e 7 giorni sui provini prelevati dall'impasto di prova all'impianto, non devono discostarsi di $\pm 15\%$ dalle resistenze indicate nella relazione di prequalifica.

Tutti gli oneri e gli eventuali ritardi causati dalle ripetizioni delle prove all'impianto di confezionamento saranno a totale carico dell'Appaltatore.

11.3.3 – Autorizzazione ai getti

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la prequalifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio avendo effettuato le prove di qualifica all'impianto di betonaggio, in contraddittorio con l'Appaltatore.

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858/91.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza \geq di 12/15 MPa.

11.4 - Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

11.5 - Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del in vigore).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera, per ogni singola parte di essa e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Per ogni prelievo eseguito dovranno essere confezionati minimo 4 provini, per le strutture in c.a. e minimo 6 provini per le strutture in c.a.p..

Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del

Direttore dei Lavori, o del Responsabile Controllo Qualità Materiali da lui incaricato e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie (coppia) di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura di seguito elencate:

- 7 d per i cementi armati;
- 3 d e 7 d per i cementi armati precompressi.

Potranno inoltre essere confezionati e sottoposti a prova ulteriori quantità di provini secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori. I risultati delle prove di rottura, effettuati sui provini della prima serie (coppia) di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica a compressione a 28 d di maturazione accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali.

Nel caso che, la resistenza caratteristica ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali, sui provini della seconda serie di prelievi, risultasse un valore (f_{ck} o R_{ck}) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

Nulla sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (f_{ck} o R_{ck}) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

11.6 - Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati, di cloruri, anidride carbonica aggressiva ecc..

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI.

Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 11 C.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

| | | |
|---|------------------------------------|------------------|
| - | riduzione del modulo d'elasticità: | 20% |
| - | perdita di massa: | 2% |
| - | espansione lineare: | 0.2% |
| - | coefficiente di permeabilità: | |
| | . prima dei cicli | 10^{-9} cm/sec |
| | . dopo i cicli | 10^{-8} cm/sec |

La prova di permeabilità sarà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg (specifica riportata al successivo punto 11.8).

La prova d'assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura sarà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato sarà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

11.7 - Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. del in vigore) nonché delle Leggi 02/02/1974 n. 64 (D.M. 19/06/1984; D.M. 29/01/1985; DM.LL.PP. 24/01/86; D.M. 04/05/1990; con relative istruzioni e successivi aggiornamenti) e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

11.7.1 - Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi, delle aggiunte minerali e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio e i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati.

Alla fine d'ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporterà la non accettazione del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.

La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Per l'acqua è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua degli additivi e delle aggiunte dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento degli additivi e delle aggiunte minerali debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare, tenuto conto di quanto esposto nel paragrafo che segue.

11.7.1.1 - Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K

Affinché il materiale sottoposto alle temperature esterne sopracitate non subisca danni irreparabili dovuti ad aumento di volume, (formazione del ghiaccio) e quindi al generarsi di tensioni interne, si rende necessaria l'adozione (in ordine cronologico) dei seguenti accorgimenti:

- 1- Rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore in cui la temperatura subisce i cali maggiori (es. ore notturne).
- 2- Riscaldare il conglomerato cementizio durante la miscelazione attraverso il riscaldamento dei suoi ingredienti (prioritariamente l'acqua).
- 3- Calcolare il raffreddamento del calcestruzzo durante il trasporto.
- 4- Tenere conto dell'inevitabile raffreddamento del conglomerato cementizio durante il getto dalla betoniera nel cassero.
- 5- Isolare termicamente il getto per mantenere la temperatura a minimo 283 K riducendo la dissipazione del calore d'idratazione sviluppata.

Come si evince dalla lettura dei punti 2 e 3, l'Impresa, oltre a dover rispettare i parametri dichiarati in sede di studio progettuale, dovrà garantire una temperatura del conglomerato cementizio, tale da permettere l'ottenimento, durante la fase di maturazione, di minimo 283 K.

Al fine di conferire al getto un adeguato isolamento termico, atto a mantenere una temperatura costante di 283 K all'interno dei casseri, risulta necessario coibentare i casseri stessi, nonché proteggere le superfici esposte (solette) con idonee coperture.

Tutto ciò premesso, nella scelta degli accorgimenti occorrerà tenere conto dei seguenti parametri:

- spessore minimo della struttura;
- temperatura dell'ambiente;
- dosaggio di cemento;
- resistenza termica del cassero e dell'eventuale protezione aggiuntiva, affinché sia garantita la temperatura di cui sopra per un periodo minimo di permanenza nei casseri del conglomerato di 7 (sette) giorni.

Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono, ma integrano, quelle che devono essere le caratteristiche peculiari di un conglomerato cementizio qualitativamente elevato, ossia il mantenimento del rapporto acqua/cemento entro il limite richiesto, un'adeguata lavorabilità tale da consentire un regolare deflusso ed assestamento del conglomerato entro i casseri e tra i ferri d'armatura, la quantità d'aria microclusa in funzione del diametro massimo (D max) dell'aggregato ed infine, una corretta maturazione affinché si prevenga la formazione di fessure da "ritiro plastico".

I dettagli operativi, atti a garantire le prestazioni richieste, saranno inseriti dall'Impresa nello studio progettuale, secondo quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

11.7.2 - Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacalmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

11.7.3 - Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani d'appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

11.7.4 - Stagionatura e disarmo

11.7.4.1 - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

11.7.4.2 - Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita d'umidità per evaporazione.

11.7.4.3 - Disarmo e scasseratura

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità d'urti, vibrazioni e sollecitazioni d'ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

11.7.4.4 - Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati. La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

11.7.5 - Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nulla è dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

11.7.6 - Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 11.5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono d'ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale. Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 1 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta s'impieghi un additivo aerante e dovrà essere effettuata sul contenuto d'ogni betoniera, dal personale del laboratorio dell'Impresa e dal personale del laboratorio della Direzione Lavori; quando il contenuto percentuale d'aria microocclusa non sarà quello preliminarmente stabilito, l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.

Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

11.7.7 - Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme d'esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche "(D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza d'acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

11.7.8 - Armatura di precompressione

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi d'applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego d'appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini d'acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda all'articolo specifico delle presenti Norme Tecniche.

11.7.9 - Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti.

Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera e dovrà coordinarsi in tal senso con l'impresa specializzata.

L'Impresa, quando espressamente previsto, resta obbligata inoltre a prestare assistenza alla posa in opera degli impianti.

11.8 - Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente. La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

11.8.1 - Apparecchiature e materiali impiegati nella prova

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri di gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n. 2 cronometri.

11.8.2 - Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm. Nella parte superiore del foro è inserito un cilindro di gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima è raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale è creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ($T > 3000$ s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

11.8.3 - Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio. La categoria d'appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1,00 m² e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli riportati in tabella.

| TEMPO | GIUDIZIO | CATEGORIA |
|------------|-------------|-----------|
| < 30 | Scarso | 0,00 |
| 30 - 100 | Sufficiente | 1,00 |
| 100 - 300 | Discreto | 2,00 |
| 300 - 1000 | Buono | 3,00 |
| > 1000 | Eccellente | 4,00 |

11.8.4 - Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo d'eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

Al conglomerato che sarà definito come "scarso" sarà applicata una penale del 25%, sul valore dell'intero lotto che non soddisfa i requisiti.

Art. 13 - Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Progettista quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della legge 1086 e avrà verificato la previsione d'utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.

Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, la descrizione del ciclo termico per la maturazione accelerata a vapore; inoltre nel caso in cui ci facesse ricorso i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà produrre, per ogni giorno di lavorazione, grazie all'utilizzo di un registratore di dati del ciclo termico, la documentazione attestante la rispondenza del ciclo stesso, a quello approvato dalla Direzione Lavori.

Qualora ciò non avvenisse, la Direzione Lavori rifiuterà l'intera produzione della giornata di lavoro non monitorata, senza che all'Impresa debba essere riconosciuto alcun compenso.

Tra la fine del ciclo di maturazione accelerata e lo scassero dell'elemento prefabbricato, non potranno passare meno di 3 (tre) ore.

In presenza d'elementi prefabbricati in c.a.p. sottoposti a maturazione accelerata a vapore, l'Impresa farà maturare, nelle stesse condizioni dell'elemento n. 2 provini cubici aventi lato 15 cm, che saranno sottoposti a rottura a compressione monoassiale presso il laboratorio di cantiere, prima di procedere alle fasi di tesatura; i risultati riferiti a dette prove saranno registrati e trasmessi con cadenza giornaliera alla Direzione Lavori.

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art. 15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

È in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura ed a spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;

- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

Quando l'intera produzione sarà dichiarata ultimata, la Direzione Lavori esaminerà ogni elemento prodotto e tenendo nella dovuta considerazione tutti i parametri sopracitati, a suo insindacabile giudizio, accetterà o no quanto esaminato.

Al termine della verifica, dovrà essere redatto in contraddittorio tra Impresa e Direzione lavori un apposito verbale riportante tra l'altro, il numero totale degli elementi prodotti, il numero degli elementi considerati conformi ed il numero degli elementi considerati non conformi.

Gli elementi considerati non conformi saranno ritenuti non idonei all'impiego, la loro sostituzione sarà a totale cura e spese dell'Impresa la quale, prima di procedere al trasporto dei nuovi elementi, dovrà sottoporre gli stessi ai controlli di cui sopra.

Art. 14 - Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

Art. 15 - Ripristino/adeguamento d'elementi strutturali in conglomerato cementizio

15.1 - Miscele per il ripristino di superfici degradate

15.1.1 - Materiali

I materiali per il ripristino/adeguamento sono suddivisi nelle seguenti categorie:

- materiali cementizi a ritiro compensato¹ nei tipi A, B, C, D, G, H, I ed L;
- malte cementizie polimero modificate nei tipi E1 ed E2;
- malte di resina nei tipi F1, F2 ed F3;

I vari tipi di materiale, per i cui requisiti e specifiche prestazionali minime si rimanda ai punti 15.2 e 15.3, sono così definiti:

- A) **Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche (spruzzabili), a ritiro compensato, fibrorinforzate** con fibre in lega metallica a base cromo, amorfe, flessibili ed inossidabili², con rapporto d'aspetto l/d pari a 125, aventi lunghezza pari a 30 mm, caratterizzate da resistenza a trazione > 1.900 MPa, presenti nella malta in quantità > 0,9 % in peso sulla malta secca. Tali malte contengono anche fibre sintetiche³ poliacriliche.
- B) **Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche (spruzzabili), a ritiro compensato** con ritentore d'umidità, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.
- C) **Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche⁴, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzate** con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio, con rapporto d'aspetto l/d pari a 50, aventi lunghezza pari a 30 mm, di forma tipo a "greca", aventi resistenza a trazione > 1.200 MPa, presenti nella malta in quantità > 7,5 % in peso sulla malta secca.
- D) **Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche**, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.
- E) **Malte cementizie polimero modificate, premiscelate, tissotropiche**, contenenti fibre sintetiche poliacriliche:
tipo E1: a basso modulo elastico (≤ 16.000 MPa);
tipo E2: a modulo elastico normale (tra 20.000 e 23.000 MPa).
- F) **Malte di resina premiscelate**: malte tissotropiche F1, malte colabili F2 e boiacche a bassissima viscosità F3. (Le malte F1 sono adatte per l'incollaggio al calcestruzzo d'elementi metallici o di profilati sintetici e per l'incollaggio d'elementi in calcestruzzo; le malte F2 per inghisaggi di barre d'armatura; le malte F3 sono adatte alla saldatura per iniezione di fessure).
- G) **Betoncini** cementizi, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzati con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio; ottenuti aggiungendo alla malta di cui al precedente punto C) aggregati selezionati (nella misura del 35% sul peso totale della miscela secca, malta più aggregato), non gelivi, non soggetti a reazione alcali-aggregato, lavati, d'idonea curva granulometrica, di diametro minimo pari a 5 mm, di diametro massimo in funzione dello spessore del getto e comunque non superiore a 12 mm.
- H) **Betoncini** cementizi premiscelati, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

1 Si intendono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento.

2 L'inossidabilità è dovuta alla particolare formulazione a base di cromo, ed è stata valutata su provini di malta sottoposti ad un bagno di soluzione salina (NaCl e $MgSO_4$) per la durata di 12 mesi.

3 Le fibre sintetiche poliacriliche dovranno essere presenti in quantità > 0,08% in peso sulla malta secca ed avere diametro di 16 μm e lunghezza di 8 mm.

4 Si definiscono reoplastici malte, betoncini e calcestruzzi che pur essendo autolivellanti sono molto coesivi cioè privi di segregazione e bleeding.

- I) **Calcestruzzi di cemento reoplastici** a ritiro compensato, ottenuti utilizzando come legante uno speciale cemento espansivo in luogo dei normali cementi e miscelando ad esso acqua ed aggregati; aventi classe di resistenza $\geq 40/50$ MPa, basso rapporto a/c, consistenza S4-S5, assenza di bleeding, elevata pompabilità.
- L) **Boiacche a ritiro compensato**, ad elevata fluidità, prive di bleeding ottenute utilizzando uno speciale legante cementizio espansivo, adatte per l'intasamento di guaine di precompressione degradate.

I vari tipi di materiale sono così definiti:

MALTE PER RASATURE:

- di tipo MR1: malta cementizia, per rasature fini (1-3 mm), polimero modificata, premiscelata, tixotropica, monocomponente, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili;
- di tipo MR2: malta cementizia per rasature grosse (4-8 mm), polimero modificata, premiscelata, tixotropica, bicomponente, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili.

MALTE TIXOTROPICHE:

- di tipo MT1: malta cementizia, premiscelata, tixotropica, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili caratterizzate da lunghezza 12mm, diametro 14 μ m, resistenza a trazione 1700 MPa, modulo elastico 72000 MPa;
- di tipo MT2: malta cementizia, premiscelata, tixotropica, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili;
- di tipo MT3: malta cementizia, premiscelata, tixotropica, bicomponente, polimero modificata, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili.

MALTE COLABILI:

- di tipo MC1: malta cementizia, premiscelata, colabile, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili caratterizzate da lunghezza 12mm, diametro 14 μ m, resistenza a trazione 1700 MPa, modulo elastico 72000 MPa;
- di tipo MC2: malta cementizia, premiscelata, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, reodinamica, colabile, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili;
- di tipo MC3: malta cementizia, premiscelata, reoplastica, colabile, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, ad elevatissima duttilità, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre metalliche rigide (di acciaio) caratterizzate da lunghezza 30mm, diametro 0,6 mm, forma a "catino", resistenza a trazione > 1.200 MPa;
- di tipo MC4: malta a base di uno speciale legante pozzolanico, premiscelata a rapido indurimento anche a basse temperature, fibrorinforzata con fibre metalliche rigide (di acciaio) caratterizzate da lunghezza 30mm, diametro 0,38 mm, resistenza a trazione > 2.300 MPa ad elevatissima duttilità;

BETONCINI COLABILI

- di tipo B1: betoncino cementizio, colabile, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili caratterizzate da lunghezza 12mm, diametro 14 μ m, resistenza a trazione 1700 MPa, modulo elastico 72000 MPa, ottenuto aggiungendo alla malta di cui al precedente punto MC1 aggregati selezionati;
- di tipo B2: betoncino cementizio, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, reodinamico, colabile, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili, ottenuto aggiungendo alla malta di cui al precedente punto MC2 aggregati selezionati;

- di tipo B3: betoncino cementizio, reoplastico, colabile, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, ad elevatissima duttilità, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzato con fibre metalliche rigide (di acciaio) caratterizzate da lunghezza 30mm, diametro 0,6 mm, a "catino", resistenza a trazione > 1200 MPa, ottenuto aggiungendo alla malta di cui al precedente punto MC3 aggregati selezionati;
- di tipo B4: betoncino a base di uno speciale legante pozzolanico, a rapido indurimento anche a basse temperature, fibrorinforzato con fibre metalliche rigide (di acciaio) caratterizzate da lunghezza 30mm, diametro 0,38 mm, resistenza a trazione > 2.300 MPa ad elevatissima duttilità, ottenuto aggiungendo alla malta di cui al precedente punto MC4 aggregati selezionati;
- di tipo B5: betoncino cementizio, premiscelato, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, reodinamico, colabile, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili.

LEGANTE ESPANSIVO

- di tipo LE: legante espansivo che consente di ottenere calcestruzzi o biacche estremamente fluide, prive di bleeding, a basso rapporto acqua/cemento, caratterizzate da elevate resistenze meccaniche.

CALCESTRUZZO ESPANSIVO

- di tipo CE: calcestruzzo di cemento, neoplastico a stabilità volumetrica, avente $R_{ck} \geq 50$ MPa, consistenza S4-S5, assenza di bleeding ed elevata pompabilità, ottenuto utilizzando come legante uno speciale cemento espansivo tipo LE in luogo dei normali cementi, e miscelando ad esso acqua ed aggregati.

FORMULATI DI RESINA

- di tipo RC: malta epossidica bicomponente, colabile, priva di solventi
- di tipo RT: malta epossidica bicomponente, tixotropica, priva di solventi
- di tipo RI: resina epossidica bicomponente, a bassissima viscosità, priva di solventi, colabile
- di tipo RA: tassello chimico rapido in cartuccia bicompartimentale coassiale, a consistenza tixotropica a base di resina vinilestere priva di stirene

15.2 – Tecniche d'intervento e scelta dei materiali

15.2.1 – Degradazione lieve – Ripristini di spessore da 1 a 8 mm

La tecnica utilizzata, per eliminare difetti costruttivi quali vespai, vaiolature, sbeccature, assenza di copriferro, assenza di planarità, è quella della rasatura.

La preparazione del supporto deve essere realizzata mediante sabbiatura o idrosabbiatura.

Si utilizza la malta:

- Tipo MR1 per rasature fini, interventi di spessore da 1 a 3 mm
- Tipo MR2 per rasature grosse, interventi di spessore maggiori di 3 fino a 8 mm

15.2.2 – Degradazione medio – Ripristini di spessore maggiore di 10 fino a 50 mm

Le tecniche d'intervento utilizzate sono:

- L'applicazione con macchina intonacatrice (superfici estese) o manuale a cazzuola (superfici ridotte) utilizzando malte tixotropiche;
- L'applicazione per collaggio utilizzando malte fluide

L'asportazione del calcestruzzo contaminato dovrà essere eseguita mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa o mediante macchine idrodemolitrici; dopo l'asportazione del calcestruzzo contaminato, la superficie del supporto dovrà essere microscopicamente ruvida con asperità di 5 mm.

Nel caso di interventi molto localizzati o quando si devono ripristinare elementi strutturali di difficile accesso per i quali una idonea asportazione del calcestruzzo non è possibile, si preparerà la superficie di supporto mediante sabbiatura e l'intervento sarà eseguito con malte polimero modificate di tipo MT3.

RIPRISTINI REALIZZATI CON MACCHINA INTONACATRICE O MANUALMENTE CON CAZZUOLA

Tale tecnica è utilizzata sia per ripristinare elementi strutturali verticali che l'intradosso di elementi orizzontali. L'applicazione manuale con cazzuola è consentita per superfici limitate (poche decine di metri quadrati).

Si utilizza la malta:

- Tipo MT1 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 50 mm anche in modo non omogeneo. Tale malta, essendo fibrorinforzata non richiede applicazione di rete elettrosaldata. E' utilizzata con semplicità anche per ripristini localizzati.
- Tipo MT2 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 20 mm. Può essere utilizzata anche per interventi di spessore da 40 a 50 mm previa applicazione di rete elettrosaldata.
- Tipo MT3 per ripristinare elementi strutturali che presentino degradi molto localizzati e spessori da 10 a 50 mm. Poiché sono malte che possono essere applicate anche su supporti solamente sabbiati sono utilizzati per interventi su elementi strutturali di difficile accesso sui quali non è possibile l'asportazione del calcestruzzo degradato per spessori centimetrati, inoltre non richiede l'applicazione di rete elettrosaldata.

RIPRISTINI REALIZZATI PER COLAGGIO

Tale tecnica è utilizzata per ripristinare l'estradosso di elementi strutturali orizzontali.

Il colaggio entro cassero è possibile per spessori compresi tra 40 e 50 mm facendo uso di materiali di tipo MC2.

Si utilizza la malta:

- Tipo MC1 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 50 mm anche in modo non omogeneo. Tale malta, essendo fibrorinforzata non richiede applicazione di rete elettrosaldata.
- Tipo MC2 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 20 mm. Per interventi di spessore da 40 a 50 mm la malta deve essere armata con rete elettrosaldata in assenza di armatura pre-esistente. Tale malta essendo reodinamica (autocompattante e molto scorrevole) può essere messa in opera in modo semplice ed affidabile per colaggio anche entro cassero per spessori compresi tra 40 e 50 mm.
- Tipo MC3 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 50 mm anche in modo non omogeneo. Tale malta, essendo fibrorinforzata, non richiede applicazione di rete elettrosaldata. L'elevato dosaggio delle fibre di acciaio conferisce alla malta un elevato indice di duttilità.
- Tipo MC4 per ripristinare in tempi brevissimi anche a basse temperature elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 50 mm anche in modo non omogeneo. Tale malta è in grado di sviluppare resistenze meccaniche molto elevate alle brevissime stagionature anche a temperature di - 5°C, inoltre, essendo fibrorinforzata, non richiede applicazione di rete elettrosaldata. L'elevato dosaggio delle fibre di acciaio conferisce alla malta un elevato indice di duttilità.

15.2.3 – Degrado profondo – Ripristini di spessore maggiore di 50 fino a 100 mm.

Quando il degrado interessa spessori maggiori di 50 mm non si devono più utilizzare malte, ma si deve far uso di betoncini.

Le tecniche d'intervento utilizzate sono:

- Messa in opera per colaggio su superfici orizzontali di betoncini ad espansione contrastata in aria;
- Colaggio entro cassero (incamiciatura) di betoncini ad espansione contrastata in aria.

L'asportazione del calcestruzzo contaminato dovrà essere eseguita mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa o preferibilmente, visti gli elevati spessori, mediante macchine idrodemolitrici; dopo l'asportazione del calcestruzzo contaminato, la superficie del supporto dovrà essere microscopicamente ruvida con asperità di 5 mm.

Si utilizza il betoncino:

- Tipo B1 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm anche in modo non omogeneo. Tale betoncino, essendo fibrorinforzato, non richiede applicazione di rete elettrosaldata.
- Tipo B2 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm. Il betoncino deve essere sempre armato con rete elettrosaldata in assenza di altre armature. Tale betoncino, essendo reodinamico, può essere messo in opera in modo semplice ed affidabile per colaggio anche entro cassero, senza richiedere vibrazione.
- Tipo B3 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm anche in modo non omogeneo. Tale betoncino, essendo fibrorinforzato, non richiede applicazione di rete elettrosaldata. L'elevato dosaggio delle fibre di acciaio conferisce al betoncino un elevato indice di duttilità.
- Tipo B4 per ripristinare in tempi brevissimi anche a basse temperature elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm anche in modo non omogeneo. Tale betoncino è in grado di sviluppare resistenze meccaniche molto elevate alle brevissime stagionature anche a temperature di -5°C , inoltre, essendo fibrorinforzato, non richiede applicazione di rete elettrosaldata. L'elevato dosaggio delle fibre di acciaio conferisce al betoncino un elevato indice di duttilità.
- Tipo B5 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm. Il betoncino deve essere sempre armato con rete elettrosaldata in assenza di altre armature. Tale betoncino, essendo reodinamico, può essere messo in opera in modo semplice ed affidabile per colaggio anche entro cassero, senza richiedere vibrazione.

I betoncini B1, B2, B3 e B4 sono ottenuti aggiungendo in cantiere rispettivamente alle malte tipo MC1, MC2, MC3 ed MC4 degli aggregati di opportuna curva granulometrica; per ottenere buoni risultati è necessario porre particolare attenzione alla scelta degli aggregati, verificando che siano di diametro minimo pari a 5 mm e massimo di 10 mm, ben puliti e privi di impurità limo argillose.

15.2.4 – Degrado molto profondo – Ripristini di spessore maggiore di 100 mm.

Quando il degrado interessa spessori maggiori di 100 mm si deve far uso di calcestruzzi aventi diametro massimo crescente a crescere dello spessore d'intervento.

Le tecniche d'intervento utilizzate sono:

- messa in opera per colaggio su superfici orizzontali;
- colaggio entro cassero (incamiciatura).

L'asportazione del calcestruzzo contaminato dovrà essere eseguita mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa o preferibilmente, visti gli elevati spessori, mediante macchine idrodemolitrici; dopo l'asportazione del calcestruzzo contaminato, la superficie del supporto dovrà essere microscopicamente ruvida con asperità di 5 mm

15.2.5 – Interventi con resine

Spesso nei lavori di manutenzione delle strutture è necessario eseguire interventi speciali, con resine:

- Tipo RC per ripristinare in spessore centimetrico elementi che richiedono elevate prestazioni meccaniche; applicata per collaggio.
- Tipo RT per incollaggio di elementi in calcestruzzo, acciaio, PVC e altri materiali, in quanto garantisce elevata adesione tra i materiali; applicata con spatola.
- Tipo RA per inghisaggio rapido di barre di armatura utilizzando formulati in cartuccia
- Tipo RI per intasamento di cavi di precompressione, o saldatura di fessurazioni; applicata con iniezione a pressione.

15.3 - Requisiti dei materiali

Nelle successive tabelle 15.3a e 15.3b sono riportati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova rispettivamente per i materiali cementizi a ritiro compensato, per le malte cementizie polimero modificate, per le boiacche e malte di resina.

Tabella 15.3a - Requisiti e metodi di prova per **materiali cementizi a ritiro compensato** e per **malte polimero modificate**

| Requisiti | Metodi di prova |
|--|----------------------|
| Spandimento (*) | UNI 7044 |
| Espansione contrastata (**) | UNI 8147 (***) |
| Espansione contrastata con stagionatura all'aria (**) (****) | UNI 8147 modificata |
| Aderenza al calcestruzzo | Metodo Autostrade |
| Aderenza ai ferri d'armatura | RILEM-CEB-FIP RC6-78 |
| Resistenza a compressione | UNI EN 196/1 |
| Resistenza a flessione | UNI EN 196/1 |
| Modulo elastico statico | UNI 6556 |
| Permeabilità all'acqua | Metodo Arredi |
| Resistenza cicli di gelo-disgelo | EN 104-840-3 |
| Permeabilità allo ione Cl ⁻ . | Metodo TEL |
| Resistenza ai solfati | ASTM C-88 |
| Spessore carbonatato in 10 anni | UNI 9944 |

(*) Per boiacche da iniezione tipo L si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi;

(**) Requisito non richiesto per malte cementizie polimero modificate;

(***) Per betoncini e calcestruzzi UNI 8148;

(****) Requisito richiesto solo per materiali tipo B

Tabella 15.3b - Requisiti e metodi di prova per **boiacche e malte di resina**

| Requisiti | Metodi di prova |
|-------------------------------|-----------------|
| Aderenza al calcestruzzo, MPa | ASTM D 4541 |
| Aderenza all'acciaio, MPa | ASTM D 4541 |

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Pull out, MPa | RILEM-CEB-FIP-RC6-78 |
| Resistenza a compressione, MPa | UNI EN 196/1* |
| Resistenza a flessione, MPa | UNI EN 196/1* |
| Modulo elastico statico, MPa | RILEM-PC8-TC 113-CPT-95 |
| Viscosità, centipoise** | BROOKFIELD ISO 2555 |

* la prova è eseguita senza la stagionatura dei provini

** richiesta solo per le resine per iniezione

15.4 - Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adequamento

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica per la qualifica dei materiali che intende impiegare, dimostrando la piena rispondenza di questi requisiti ed alle prestazioni richieste. La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori esprimerà il suo parere, potendo comunque prescrivere, a spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove su campioni di materiali prelevati in contraddittorio, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove. Saranno altresì richieste, con le stesse modalità, verifiche su campioni di materiale di normale fornitura e dichiarazioni che attestino le prestazioni specifiche della partite di materiale, che sono consegnate di volta in volta dalle Società Produttrici. Nelle successive tabelle sono indicate le prestazioni minime richieste per i singoli tipi di materiale, salvo migliori caratteristiche definite nel progetto.

Tabella 15.4a - Prestazioni richieste per i materiali cementizi a ritiro compensato

| REQUISITI | | | | PRESTAZIONI DEI MATERIALI | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | A | B | C | D | G | H | I | L |
| Spandimento, % | > 70 | >70 | > 90 | > 170 | ≥180* | ≥200* | ≥200* | ** |
| Espansione contrastata, % | ≥0,04 | ≥0,05 | ≥0,04 | ≥0,04 | ≥0,03 | ≥0,04 | ≥0,03 | ≥0,04 |
| Espansione contrastata con stagionatura all'aria, % | N.R.*** | ≥0,03 | N.R.*** | N.R.*** | N.R.*** | N.R.*** | N.R.*** | N.R.*** |
| Aderenza al calcestruzzo, MPa | ≥ 4 | ≥ 4 | ≥ 4 | ≥ 4 | ≥ 3 | ≥ 4 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| Aderenza ai ferri d'armatura, MPa | ≥ 20 | ≥ 20 | ≥ 20 | ≥ 20 | ≥ 20 | ≥ 20 | ≥ 20 | ≥ 20 |
| Resistenza a compressione cubica, MPa | ≥ 25 | ≥ 23 | ≥ 30 | ≥ 28 | ≥ 30 | ≥ 30 | ≥ 20 | ≥ 20 |
| 1 d | ≥ 35 | ≥ 30 | ≥ 40 | ≥ 35 | ≥ 40 | ≥ 40 | ≥ 30 | ≥ 30 |
| 3 d | ≥ 60 | ≥ 60 | ≥ 75 | ≥ 70 | ≥ 70 | ≥ 70 | ≥ 50 | ≥ 55 |
| 28 d | | | | | | | | |
| Resistenza a flessione, MPa | | | | | | | | |
| 1 d | ≥ 8 | ≥ 4 | ≥ 10 | ≥ 4 | ≥ 8,5 | ≥ 5 | ≥ 2 | ≥ 5 |
| 3 d | ≥ 9 | ≥ 6 | ≥ 12 | ≥ 6 | ≥ 9 | ≥ 6 | ≥ 3 | ≥ 6 |
| 28 d | ≥ 11 | ≥ 8 | ≥ 16 | ≥ 8 | ≥ 13 | ≥ 8 | ≥ 5 | ≥ 7,5 |
| Modulo elastico statico, MPa | ≥23,000 | ≥25,000 | ≥25,000 | ≥25,000 | ≥25,000 | ≥25,000 | ≥25,000 | ≥25,000 |
| Permeabilità all'acqua, m/s | <10 ⁻¹² | <10 ⁻¹² | <10 ⁻¹² | <10 ⁻¹² | <10 ⁻¹² | <10 ⁻¹² | <10 ⁻¹² | < 10 ⁻¹² |

| | | | | | | | | |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Resistenza cicli di gelo-disgelo, numero di cicli | > 50 | > 50 | > 50 | > 50 | > 50 | > 50 | > 50 | > 50 |
| Permeabilità allo ione Cl^- , m^2/s | $< 1 \cdot 10^{-12}$ | $< 1 \cdot 10^{-12}$ | $< 1 \cdot 10^{-12}$ | $< 1 \cdot 10^{-12}$ | $< 1 \cdot 10^{-12}$ | $< 1 \cdot 10^{-12}$ | $< 1 \cdot 10^{-12}$ | $< 1 \cdot 10^{-12}$ |
| Resistenza ai solfati, numero di cicli | > 7 | > 7 | > 7 | > 7 | > 7 | > 7 | > 7 | > 7 |
| Spessore carbonatato in 10 anni | < 2 mm | < 2 mm | < 2 mm | < 2 mm | < 2 mm | < 2 mm | < 2 mm | < 2 mm |

- * Per betoncini e calcestruzzi si valuta la consistenza misurando l'abbassamento in mm secondo la prova del cono d'Abrams
- ** Per le boiacche da iniezione si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi.
- *** N.R. prestazione non richiesta

Tabella 15.4b - Prestazioni per le malte cementizie polimero modificate

| REQUISITI | PRESTAZIONI DEI MATERIALI | |
|--|---------------------------|-----------------------|
| | E 1 | E 2 |
| Spandimento, % | ≥ 90 | ≥ 90 |
| Aderenza al calcestruzzo, MPa | ≥ 4 | ≥ 5 |
| Aderenza ai ferri d'armatura, MPa | ≥ 10 | ≥ 11 |
| Resistenza a compressione cubica, MPa | | |
| 1 d | ≥ 10 | ≥ 13 |
| 3 d | ≥ 18 | ≥ 23 |
| 28 d | ≥ 35 | ≥ 50 |
| Resistenza a flessione, MPa | | |
| 1 d | ≥ 3 | ≥ 3 |
| 3 d | ≥ 4 | ≥ 5 |
| 28 d | ≥ 6 | ≥ 10 |
| Modulo elastico statico, MPa | ≤ 16.000 | 20.000-23.000 |
| Permeabilità all'acqua, m/s | $< 10^{-12}$ | $< 10^{-10}$ |
| Resistenza cicli gelo-disgelo, numero di cicli | > 50 | > 50 |
| Permeabilità allo ione Cl^- , m^2/s | $< 1 \times 10^{-12}$ | $< 5 \times 10^{-12}$ |
| Resistenza ai solfati, numero di cicli | > 7 | > 7 |
| Spessore carbonatato in 10 anni | < 2 mm | < 2 mm |

Tabella 15.4c - Prestazioni per malte di resina

| REQUISITI | PRESTAZIONI DEI MATERIALI | | |
|--|---------------------------|------------|------------|
| | F 1 | F 2 | F 3 |
| Aderenza al calcestruzzo, MPa * a 28 d | $\geq 3,5$ | $\geq 3,5$ | $\geq 3,5$ |
| Aderenza all'acciaio, MPa * | $\geq 3,5$ | /// | /// |

| | | | |
|---------------------------------------|-------------|---------------|-------------|
| Pull out, MPa | ≥20 | ≥20 | ≥20 |
| Resistenza a compressione cubica, MPa | | | |
| 1 d | ≥50 | ≥50 | ≥50 |
| 7 d | ≥70 | ≥80 | ≥90 |
| Resistenza a flessione, MPa | | | |
| 1 d | ≥15 | ≥15 | ≥15 |
| 7 d | ≥30 | ≥45 | ≥55 |
| Modulo elastico statico, MPa | 8.000-9.000 | 14.000-16.000 | 4.000-5.000 |
| Viscosità, centipoise | N.R. ** | N.R. ** | 500-600 |

* In caso d'applicazione su supporti umidi si accettano valori d'aderenza \geq a 3 MPa

** N.R. prestazione non richiesta

15.5 - Trattamenti prima del ripristino/adequamento e fasi esecutive

La tecnica d'intervento può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Asportazione del calcestruzzo degradato;
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte;
- Posizionamento delle eventuali armature aggiuntive;
- Posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto;
- Pulizia e saturazione della superficie di supporto;
- Applicazione del materiale di ripristino;
- Frattazzatura;
- Stagionatura.

Le fasi esecutive in funzione del tipo di materiale utilizzato sono indicate nella tabella 15.5.0 e descritte nei punti successivi.

Tabella 15.5.0 - Fasi esecutive in funzione del tipo di materiale di ripristino

| MATERIALI | Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato | Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati | Malte cementizie polimero modificate | Malte di resina |
|---|--|---|---|----------------------|
| FASI ESECUTIVE | tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche) | tipo A-C-G (con fibre metalliche) | tipo E1-E2 | tipo F1-F2-F3 |
| Asportazione del calcestruzzo degradato | Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica | Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica | Scalpellatura meccanica (E2) sabbatura o idrosabbatura (E1) | Sabbatura |
| Pulizia delle armature | Sabbatura | Sabbatura | Sabbatura | Sabbatura |

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| Posizionamento delle armature aggiuntive | • | • | • | • |
| Posizionamento della rete di contrasto | •• | N.R. | N.R. | N.R. |
| Pulizia della superficie di supporto | Acqua in pressione | Acqua in pressione | Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua | Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua |
| Saturazione della superficie di supporto | Acqua o vapore in pressione | Acqua o vapore in pressione | Acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua | N.R. |
| Applicazione del materiale di ripristino | Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio/Getto | Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio/Getto | Spruzzo/Rinzaffo (E2) Spruzzo/Spatola (E1) | Spatolatura oppure colaggio o iniezione |
| Frattazzatura | ••• | ••• | ••• | N.R. |

| | | | | |
|--------------|---|--|---|------|
| Stagionatura | Prodotti antievaporanti o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzano e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi. | Prodotti antievaporanti, o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzano e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi. | Prodotti antievaporanti, o acqua nebulizzata solo per le malte da miscelare con acqua | N.R. |
|--------------|---|--|---|------|

N.R. Fase esecutiva non richiesta

- Se previsto in progetto
- Se richiesto dal tipo di prodotto
- Questa operazione è importante, oltre che per ottenere una buona rifinitura, anche perché contribuisce ad evitare la formazione di fessure da ritiro plastico

15.5.1 - Asportazione del calcestruzzo degradato

Per i materiali cementizi a ritiro compensato l'asportazione del calcestruzzo incoerente o degradato avverrà mediante idrodemolizione o scalpellatura meccanica eseguita mediante demolitori leggeri alimentati ad aria compressa, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstiti. Nel caso d'idrodemolizione dovranno avere pressione del getto d'acqua di 120-150 MPa e portata compresa tra 100 e 300 l/min.

Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di prerogolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità di circa 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata⁵ che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato (tipo A-B-C-D-G-H-I).

Per le malte cementizie polimero modificate (E) e per le malte di resina (F) la preparazione del supporto sarà effettuata mediante sabbiatura o idrosabbiatura tenuto conto dello spessore di calcestruzzo da asportare, non essendo necessaria la macrorugosità del supporto in quanto l'aderenza tra vecchio e nuovo è garantita mediante l'azione collante della resina e non mediante il meccanismo dell'espansione contrastata.

15.5.2 - Trattamento ferri d'armatura

I ferri d'armatura del cemento armato messi a nudo in fase d'asportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere portati a metallo quasi bianco mediante sabbiatura.

Quando il ripristino è realizzato con malte o betoncini a ritiro compensato generalmente non è opportuno l'impiego sull'armatura di prodotti inibitori di corrosione, salvo diverse motivate prescrizioni di progetto.

15.5.3 - Posizionamento d'armature aggiuntive

Qualora sia necessario aggiungere delle armature, queste saranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto e del posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto.

Dovrà essere garantito un copriferro di almeno 20 mm.

15.5.4 - Posizionamento della rete elettrosaldata di contrasto

Quando si richiede l'utilizzo di rete di contrasto, questa dovrà essere ben ancorata al supporto; lo spessore minimo d'intervento non potrà essere inferiore a 35-40 mm, infatti la rete dovrà avere un copriferro di almeno 20 mm e dovrà essere distaccata dal supporto di almeno 10 mm mediante l'uso di distanziatori.

Nel caso sia previsto nel progetto l'utilizzo di rete elettrosaldata in barre d'acciaio inossidabile, questa dovrà avere le caratteristiche precisate in progetto.

15.5.5 - Preparazione delle superfici da ripristinare

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione occorre effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale, dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.

Si dovranno pertanto asportare con i mezzi più opportuni le polveri e le parti incoerenti in fase di distacco eventualmente ancora presenti dopo l'asportazione meccanica del calcestruzzo, l'ossido eventualmente presente sui ferri d'armatura, le impurità, le tracce di grassi, oli e sali aggressivi, ottenendo così una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.

Per l'applicazione di materiali cementizi a ritiro compensato, occorre effettuare la pulizia della superficie di supporto mediante lavaggio con acqua in pressione (80-100 MPa e acqua calda nel periodo invernale).

L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo, comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato (A, B, C, D, G, H, I). Per l'applicazione di malte cementizie polimero modificate e di malte di resina epossidica, la pulizia della superficie di supporto potrà essere effettuata mediante getto d'aria compressa, o d'acqua in pressione nel solo caso di malte che devono essere miscelate con acqua.

15.5.6 - Messa in opera delle miscele di ripristino

⁵ Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento, armatura per gli spessori > 20 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico.

15.5.6.1 - Uso di malte e betoncini premiscelati a ritiro compensato

Le miscele a ritiro compensato sono fornite già premiscelate a secco; dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo d'acqua⁶ indicato dalla casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi per almeno 4 o 5 min, aggiungendo eventualmente altra acqua qualora l'impasto non si presentasse di consistenza plastica⁷ e comunque senza superare mai i quantitativi massimi d'acqua indicati dalla stessa casa produttrice, per evitare fenomeni di bleeding e di separazione, oltre alla diminuzione di tutte le prestazioni; nel caso di malte tipo B si aggiungerà il ritentore d'umidità.

Non è consentita la miscelazione a mano poiché questa generalmente comporta un eccesso d'acqua nell'impasto. Per miscelare piccoli quantitativi dovrà essere impiegato un normale trapano con mescolatore a frusta.

Nel caso di malte e betoncini fibrorinforzati, le fibre saranno preconfezionate in pacchetti legati con colle idrosolubili o con altri sistemi che permettono la loro omogenea distribuzione nell'impasto.

La temperatura ottimale d'impiego delle malte reoplastiche è di circa 293 K; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 283 e 308 K.

Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori; a tal proposito si rammenta che nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (278÷283 K), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento.

Qualora si richieda ugualmente un'elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
- b) impiegare acqua calda (308÷323 K) per l'impasto;
- c) iniziare i getti nella mattinata;
- d) proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (303 K) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità. Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo d'impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in luogo fresco;
- b) impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;
- c) preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.
- d) nei climi asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non superi in generale i 5 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto. Nel caso d'impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità.

15.5.6.2 - Uso di malte cementizie polimero modificate

Le malte cementizie polimero modificate predosate a due componenti sono generalmente fornite complete di parte liquida e polvere che vanno miscelati fra di loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità d'errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati.

⁶ Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto di sali disciolti inferiore ad 1 g per litro. Il contenuto di ione cloruro nell'acqua dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 e successivi aggiornamenti. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

⁷ Nel caso di interventi che richiedano la realizzazione di superfici in pendenza (estradossi solette o cordoli) quando si applichino materiali del tipo C-D-G-H-I si dovranno utilizzare classi di consistenza S2-S3

La miscelazione dei due componenti dovrà essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi.

Possono essere anche utilizzate malte monocomponenti in cui la miscelazione avviene aggiungendo acqua con modalità simili a quelle descritte per i materiali a ritiro compensato.

La temperatura ottimale d'impiego per le malte cementizie polimero modificate è di 293 K, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra 278 e 313 K.

Fuori da tali intervalli l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore.

La malta sarà applicata a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinzafo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo.

La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di cazzuola.

15.5.6.3 - Uso di malte di resina epossidica

Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto precedentemente preparato mediante sabbiatura e quindi ben pulito e privo di tracce di solventi e di disarmanti.

In via preliminare sarà richiesta l'applicazione di una mano d'attacco compatibile con fondi umidi e con la malta di ripristino, costituita da una sottile pellicola di resina pura, messa in opera mediante l'uso di pennelli e spazzole, alla quali si aggiungerà, a giudizio della Direzione Lavori, un'ulteriore strato di 2÷3 mm della stessa resina mista a filler.

Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica.

Si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Si dovrà tener presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima d'utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 278 K al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo meccanicamente con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione d'aria.

Prima di mettere in opera l'impasto lo si lascerà maturare per evitare che le sue caratteristiche meccaniche decadano in seguito ad un possibile principio di separazione di fase che si manifesta con mazzature della superficie.

Potranno anche essere accettati, a giudizio della Direzione Lavori, prodotti premiscelati, per esempio di resina ed aggregati, a cui è sufficiente aggiungere il solo induritore.

Si eviterà in ogni modo che rimangano granuli di resina pura nella malta e di conseguenza si sconsiglia l'uso di comuni betoniere da conglomerato cementizio; indicativamente un miscelatore con tazza mobile ruotante nel senso inverso a quello delle pale dovrebbe consentire una più intima adesione fra la resina e gli aggregati.

Questi ultimi saranno preferibilmente costituiti da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua; la sabbia calcarea è preferibile alla silicea per questi lavori in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quello del conglomerato cementizio tradizionale.

La pezzatura massima degli aggregati sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i 5 mm.

La messa in opera avverrà con spatole entro il tempo di pot-life e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera.

15.5.6.4 - Uso di conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato

Il conglomerato cementizio a stabilità volumetrica e ritiro compensato è ottenuto miscelando in un normale mescolatore aggregati da conglomerato cementizio con uno speciale legante reoplastico a ritiro compensato in luogo del normale cemento.

Si ottengono in tal modo conglomerati cementizi ad elevata resistenza meccanica sino dalle fasi iniziali, a ritiro compensato, molto fluidi e non segregabili con un basso rapporto acqua/legante.

È necessario che siano messi in opera entro 90 minuti dal loro confezionamento.

15.5.7 - Frattazzatura

Dopo l'applicazione delle malte o dei betoncini, la superficie dovrà essere lisciata mediante frattazzatura. Tale operazione dovrà essere eseguita con molta cura per i materiali che sono miscelati con acqua; infatti una corretta frattazzatura è indispensabile per contrastare efficacemente la formazione di microfessure, derivanti dal ritiro plastico.

Per diminuire questo rischio tutte le malte che sono applicate a spruzzo od a rinzaffo devono essere provviste di fibre sintetiche poliacriliche.

La frattazzatura dovrà eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche. L'intervallo di tempo tra l'applicazione a spruzzo e la finitura con frattazzo è stabilito in funzione del primo irrigidimento della malta che si determina quando, appoggiando una mano sulla superficie, le dita non affondano ma lasciano una leggera impronta sull'intonaco.

15.5.8 - Stagionatura

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua d'impasto sotto l'azione del sole e del vento.

Le malte tissotropiche (A, B ed E) non richiedono stagionatura umida se non in condizioni termoigrometriche particolarmente severe (venti secchi).

È invece assolutamente necessario mantenere umide per alcune ore, dopo il getto, le superfici esposte all'aria dei conglomerati a ritiro compensato colabili (C, D, G, H ed I), impiegando acqua nebulizzata oppure prodotti antievaporanti da applicarsi a spruzzo subito dopo terminata l'operazione di messa in opera.

La copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (il curing potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di poliacriliche).

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore d'idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tipo di prodotto di curing, per la maturazione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori.

In tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi.

Nel caso di successive applicazioni di rivestimenti protettivi o di trattamenti d'impermeabilizzazione, dovranno essere utilizzati prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzino e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione.

L'eventuale protezione delle strutture ripristinate potrà essere eseguita dopo la maturazione del materiale d'apporto (indicativamente 14 d dall'esecuzione dei ripristini stessi e comunque in funzione delle condizioni ambientali).

15.6 - Prove e controlli

Come già indicato nel punto 15.3 i materiali destinati al ripristino/adeguamento delle strutture, per la loro accettazione, dovranno essere sottoposti a prove prima dell'impiego e dovranno attenersi alle specifiche prestazionali.

In caso contrario dovranno essere sostituiti.

Comunque in corso d'opera le prove dovranno essere ripetute con la frequenza ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle tabelle 15.3a, 15.3b e 19.3c o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale in fase di ripristino/adeguamento.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale sarà accettato ma sarà applicata una penale.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

Le superfici ripristinate dovranno essere controllate a campione mediante bagnatura (almeno il 5% per superfici estese e almeno 10% per superfici limitate), per ogni elemento strutturale, per verificare l'eventuale presenza di microfessure.

In caso si evidenziassero microfessure occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata per la quale, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale d'intervento, sarà applicata una penale; se superiore, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura (tale intervento avrà in genere uno spessore medio di 3 mm; sarà realizzato utilizzando una malta cementizia polimero modificata premiscelata, tissotropica del tipo E1, previa preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura, la malta dovrà essere applicata preferibilmente a spruzzo con intonacatrice, l'applicazione con spatola è consentita per interventi d'estensione limitata) e alla protezione con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

La verifica d'ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello, con campionamento secondo il criterio indicato per le microfessure.

In caso si evidenziassero superfici risonanti, occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata e l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, all'asportazione ed al rifacimento delle superfici risultate non idonee.

Art. 16 - Sistemi protettivi per strutture in conglomerato cementizio

16.1 - Protettivi filmogeni - generalità

In funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere e dell'ambiente, il progetto indicherà il sistema da adottare, in accordo con le specifiche delle presenti Norme.

Nei paragrafi seguenti sono individuati i requisiti, le caratteristiche e le prestazioni, con le relative fasi esecutive e di controllo del sistema protettivo prescelto.

16.1.1 - Requisiti e metodi di prova

Nella tabella sono indicati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova mediante i quali è possibile la caratterizzazione prestazionale dei sistemi protettivi filmogeni.

Tabella - Requisiti dei sistemi protettivi e metodi di prova utilizzati

| Requisiti | Metodo di prova |
|--|-----------------------------|
| Impermeabilità all'acqua | UNI 8202 parte 21 |
| Resistenza al vapor d'acqua ** | Metodo DIN 52615 |
| Impermeabilità alla CO ₂ | Metodo DIN 52615 modificata |
| Impermeabilità allo ione Cl ⁻ | Metodo TEL |
| Aderenza al calcestruzzo | Adhesion tester ASTM |
| Resistenza all'irraggiamento UV | ASTM G 53 (QUV) |
| Resistenza all'abrasione* | ASTM D 4060 |
| Deformabilità elastica ** | UNI 8202/8 |
| Resistenza a cicli gelo-disgelo | Metodo Autostrade* * * |

* Requisito non richiesto per opere d'arte

** Requisiti non richiesti per strutture a contatto con acqua

*** Nel caso di strutture a contatto con acqua si utilizza il metodo ASTM C 666

16.1.2 - Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica, controfirmata dal Produttore, dei materiali che intende impiegare, affinché si possa dedurre la piena rispondenza del prodotto ai requisiti ed alle prestazioni richieste.

La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori controllerà la rispondenza di detti requisiti, potendo comunque prescrivere, a cura e spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove, sui campioni di materiali forniti, indicando il Laboratorio presso il quale effettuare le prove; successivamente potranno essere richieste ulteriori verifiche su campioni di normale fornitura prelevati in cantiere.

Le Società Produttrici devono possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN ISO 9001 e possedere un manuale della Qualità.

16.1.3 - Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione d'opere d'arte

Il sistema protettivo sarà costituito da un primer epossipoliamicidico e da una finitura a base d'elastomeri poliuretani alifatici applicata con differenti spessori in funzione del grado di protezione richiesto.

Il suddetto sistema protettivo sarà caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato d'adesione di spessore secco pari a 50 µm;
- Strato di finitura di spessore secco, realizzato con una o due mani rispettivamente di 200 e 400 µm, a secondo del tipo di protezione richiesta: media o elevata;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo $\geq 3,5 \text{ N/mm}^2$;
- Deformabilità elastica con allungamento a rottura $\geq 400\%$;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 KPa;
- Impermeabilità alla CO₂ con fattore di resistenza $\mu_{CO_2} \geq 0,5 \times 10^6$, al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (R):

- $R > 220$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a $450\text{ }\mu\text{m}$;
- $R > 120$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a $250\text{ }\mu\text{m}$;
- Permeabilità allo ione $\text{CL}^- < 7\text{ g}/(\text{m}^2 \times 24\text{ h})$;
- Resistenza al vapore d'acqua con fattore $\mu_{\text{vapore}} \leq 0,8 \times 10^4$ al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (S_d):
 - $S_d \leq 3,6$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a $450\text{ }\mu\text{m}$;
 - $S_d \leq 2$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a $250\text{ }\mu\text{m}$;
- Resistenza all'irraggiamento UV elevata;
- Resistenza cicli gelo-disgelo in base alla prova di durabilità su campioni di conglomerato cementizio standard:
 - > 40 cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a $450\text{ }\mu\text{m}$;
 - > 18 cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a $250\text{ }\mu\text{m}$.

16.1.4 - Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di strutture a contatto con acqua

La protezione sarà costituita da un sistema componente rigido epossipoliamicidico da applicarsi con differenti spessori in funzione del grado di sollecitazione idrodinamica.

Tale sistema bicomponente rigido epossipoliamicidico dovrà essere caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato d'adesione di spessore secco pari a $50\text{ }\mu\text{m}$; realizzato mediante l'utilizzazione di un primer epossipoliamicidico;
- Strato di finitura realizzato in due mani con un prodotto epossipoliamicidico di spessore secco di 400 o $600\text{ }\mu\text{m}$ in funzione delle caratteristiche idrauliche e del grado di protezione richiesto;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo $\geq 3,5\text{ N}/\text{mm}^2$;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 KPa ;
- Resistenza all'abrasione $< 50\text{ mg}$, secondo ASTM D 4060;
- Impermeabilità alla CO_2 con fattore di resistenza $\mu_{\text{CO}_2} \geq 1,2 \times 10^6$, al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (R):
 - $R > 780$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a $650\text{ }\mu\text{m}$;
 - $R > 540$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a $450\text{ }\mu\text{m}$;
- Permeabilità allo ione $\text{CL}^- < 3\text{ g}/(\text{m}^2 \times 24\text{ h})$;
- Resistenza a cicli di gelo-disgelo > 45 cicli.

16.1.5 - Preparazione del supporto e modalità d'applicazione del sistema protettivo

La preparazione del calcestruzzo di supporto dovrà essere eseguita mediante sabbiatura seguita da pulizia con aria compressa immediatamente prima della applicazione:

- su conglomerati cementizi nuovi per eliminare i disarmani ed aprire i pori superficiali;
- su conglomerati cementizi vecchi per eliminare le parti aventi scarsa coesione, scarsa aderenza e per eliminare dalla superficie esterna della struttura eventuali contaminanti.

La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

Il tempo intercorrente tra l'applicazione di strati successivi dovrà essere conforme a quanto riportato sulle schede tecniche del prodotto.

L'applicazione dovrà avvenire preferibilmente a spruzzo mediante airless; è consentita l'applicazione a pennello od a rullo solo nel caso di protezione di superfici d'estensione limitata.

Lo spessore del sistema protettivo indicato nel progetto si intende sempre come spessore di film secco.

Il prodotto non deve provocare inconvenienti d'alcun genere agli applicatori che comunque durante la miscelazione e l'applicazione dovranno indossare guanti, occhiali ed idonei indumenti di lavoro.

In particolare il prodotto non deve contenere idrocarburi clorurati, metanolo, benzene ed altre sostanze d'analogia o maggiore tossicità.

16.1.6 - Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali

In corso d'opera le prove potranno essere ripetute con la frequenza richiesta dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove eseguite, anche su materiali posti in opera, risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla sostituzione e/o alla rimozione dei materiali già posti in opera. In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido⁸ della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche della ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m² almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m² almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto.

Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

16.2 - Protettivi impregnanti

Il trattamento impregnante di superfici di conglomerato cementizio, sia orizzontali che verticali, sarà eseguito con prodotto a base epossidica modificata, applicato a spruzzo o a rullo in funzione delle condizioni atmosferiche, con particolare riferimento al vento, diluendolo in acqua con un consumo medio di 300÷400 g di prodotto secco per metro cubo di superficie trattata; sarà dato in passate successive fino ad un massimo di tre, in funzione delle prove d'assorbimento e fino a rifiuto del conglomerato cementizio.

Il trattamento sarà preceduto dalla preparazione della superficie da trattare, fino a completa rattivatura, mediante sabbiatura con aspirazione delle polveri.

16.2.1 - Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori

Il ciclo dovrà essere composto da una o più mani di prodotto impregnante monocomponente o bicomponente da applicare in quantità da stabilire di volta in volta in base a prove d'assorbimento effettuate sul supporto da proteggere ed in funzione del grado di viscosità del prodotto da applicare.

Il prodotto deve avere caratteristiche osmotiche ed essere costituito da una miscela di sostanze chimiche che non conferiscano né colore né spessore superficiale al manufatto.

⁸ Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina.

16.2.2 - Caratteristiche dei componenti fondamentali

A - Veicolo:

il veicolo deve essere essenzialmente costituito da una resina sintetica; nella formulazione dell'impregnante base possono essere inclusi agenti antisedimentari, antischiumogeni, ecc.

La protezione fornita dalle sostanze attive dell'impregnante dovrà essere di tipo chimico, tale da annullare l'effetto degli ioni aggressivi che penetrano all'interno del conglomerato cementizio.

16.2.3 - Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti

Permeabilità all'acqua:

la prova esamina la possibilità o meno che il prodotto impregnante costituisca barriera alla diffusione del liquido (H₂O).

Condizione di prova:

- temperatura 296 K \pm 2 K;
- pressione d'esercizio della colonna d'acqua 0,5 bar;
- durata 72 h.

Valore da riscontrare:

- diffusione presente

Assorbimento acqua:

La prova esamina attraverso la determinazione del valore d'assorbimento acqua, relativo ad una superficie unitaria, le caratteristiche osmotiche intrinseche dell'impregnante.

Condizioni di prova

Temperatura 296 K \pm 2 K;

Durata 24 h;

Valore da riscontrare 40% - 60% (*)

(*) Valore da riferire a quello riscontrato sul supporto non trattato.

Shock termico:

La prova esamina il comportamento del manufatto trattato alle temperature ed allo sbalzo termico, con intervallo di tempo ridotto.

I campioni di prova sono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

| Ciclo termico: | | |
|----------------|-----------------------------|------------------|
| - | 60 min. alla temperatura di | 243 K \pm 2 K; |
| - | 60 min. alla temperatura di | 323 K \pm 2 K |
| - | Numero dei cicli | 20 |

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici:

Perdita in peso \leq 2%

Controllata la rispondenza del trattamento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche chimico fisiche di composizione e d'applicazione.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa dovrà provvedere, a sua totale cura e spese, all'applicazione di materiali integrativi al fine di rendere la struttura inattaccabile agli agenti atmosferici.

16.3 - Protettivi strutturali

Sono definiti protettivi strutturali quelle sostanze che modificano la struttura chimica e/o fisica del conglomerato cementizio in modo tale da renderlo meno attaccabile agli agenti aggressivi, aumentandone nel contempo la resistenza meccanica.

Risultati di questo tipo si ottengono impregnando i manufatti con monomeri organici che polimerizzano all'interno della struttura in conglomerato cementizio, (conglomerato cementizio polimero impregnato - C.P.I.), oppure usando cementi di composizione chimica resistente agli agenti aggressivi insieme ad additivi e a formulazioni granulometriche che riducano al minimo la macro e la micro porosità del conglomerato cementizio.

Lo spessore delle protezioni di questo tipo non è mai corticale come nei casi precedenti, ma è esteso per alcuni centimetri della parete esterna del manufatto nel caso C.P.I., oppure riguarda l'intero manufatto nel secondo caso.

L'accettazione di simili tipi di protezione è subordinata alla resistenza di manufatti campione protetti con il C.P.I. o costituiti con miscele antidegrado.

La forma e le dimensioni del campione non sono rilevanti ai fini dei risultati; indicativamente si useranno cubi o cilindri con dimensione massima minore o uguale a 20 cm che potranno essere appositamente fabbricati o prelevati da manufatti già esistenti, in opera. (Ciò potrà servire anche ai fini del controllo delle lavorazioni).

I campioni di prova sono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

| Ciclo termico: | | |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|
| - | 60 min. alla temperatura di | 243 K \pm 2 K; |
| - | 60 min. alla temperatura di | 323 K \pm 2 K |
| - | Numero dei cicli | 20 |

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici: perdita in peso \leq 1%

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa dovrà provvedere, a sua totale cura e spese, all'applicazione di materiali integrativi al fine di rendere la struttura inattaccabile agli agenti atmosferici.

Art. 17 - Impermeabilizzazioni

17.1 - Norme Generali

Tutti i materiali per impermeabilizzazione dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni. Le superfici dovranno essere asciutte e stagionate per almeno venti giorni per assicurare

una buona adesione del manto impermeabilizzante. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, anche quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato.

A questi interventi preparatori dovrà seguire un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa. L'esecuzione delle impermeabilizzazioni dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato).

Dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeametro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

Eventuali perdite che si manifestassero sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Impresa a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni dei materiali che intende adottare per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Potranno essere prelevati anche tasselli già posti in opera su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche richieste, i materiali saranno rifiutati e l'Impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

17.2 - Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretano

17.2.1 - Primer di adesione

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

17.2.2 - Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretano con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura $T \geq 293 \text{ K}$ ed UR $65\% \pm 5\%$. Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche salvo diversa prescrizione progettuale:

- Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato): $1,15 \pm 0,05 \text{ kg/dm}^3$ (UNI 89-1970)
- Durezza superficiale: $90 \pm 5 \text{ Shore "A"}$ (UNI 4916-74)

- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 MPa (UNI EN 12311)
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI EN 12311)
- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI EN 12311)
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a $T = 253 \text{ K}$ (UNI EN 495-5 e UNI EN 1109)
- Adesione al supporto cementizio: minimo 3 MPa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

17.2.3 - Mano d'attacco per il collegamento della membrana impermeabile con la sovrastante pavimentazione

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo ($T \geq 453 \text{ K}$) in ragione di circa $0,8 \text{ kg/m}^2$ e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso) salvo diverse disposizioni progettuali.

17.2.4 - Modalità di applicazione

Si provvederà, al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto, alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra $0,20$ e $0,25 \text{ kg/m}^2$.

Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie interna dei cordoli ed anche sulla superficie orizzontale degli stessi, qualora essi non siano già stati protetti con guaine bituminose per effettuare il montaggio dei parapetti New Jersey prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretanic elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa. L'impermeabilizzazione deve essere continua ed omogenea su tutta la superficie superiore dell'impalcato, compresi i cordoli nella parte verticale interna, nella superficie orizzontale e con piccolo risvolto ($3-5 \text{ cm}$) sul paramento verticale esterno.

Anche eventuali canalette per cavi devono essere integralmente rivestite come le superfici esposte dei cordoli. La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di $3,4-3,6 \text{ kg/m}^2$ (spessore secco $3,0 \text{ mm}$) tale da garantire un'elevata protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K .

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature $\geq 293 \text{ K}$, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di $0,8 \text{ kg/m}^2$.

Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

17.3 - Manto di impermeabilizzazione realizzato, mediante cappa di mastice di asfalto

17.3.1 - Materiali

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte sarà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto colato di spessore finito non inferiore a 10 mm .

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

- il legante previo idoneo primer compatibile con il legante utilizzato, dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40-50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali, quali il Selenitza o gomme termoplastiche, del tipo E le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela degli inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel Filler asfaltico. Il bitume 40-50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -0,1 e +0,1 calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u-500v}{u+50v} \text{ in cui:}$$

$v = \log 800 - \log \text{penetrazione a } 298 \text{ K}$
 $u = \text{temperatura di P.e.A in K detratti } 298 \text{ K}$

- Filler:
dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 mm UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 mm UNI. (ASTM n. 200, granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30÷35% in peso sullo miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40-50/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, abbia un punto di rammollimento P.A. almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

- Sabbia:
dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 mm UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 mm UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti;

- Miscela finale:
la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre un'eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% ($V_b - V = 5-7$ in cui V_b è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi i primer, in modo che su di essi possano essere effettuati preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

17.3.2 - Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato

La confezione del mastice di asfalto colato sarà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie debba essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

1^ procedura

- a) Premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 483÷503 K.
- b) Aggiunta del bitume nella corretta percentuale preventivamente portato alla temperatura di 423÷433 K.
- c) Mescolazione dell'impasto per almeno 5 min.
- d) Scarico dell'impasto in un'apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore.
- e) Mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473÷483 K, al fine di ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

2^ procedura

- a) Introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione alla temperatura di 473 K, per almeno 30 min, fino ad ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.
- b) Aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473÷483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori; in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non sia fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice sarà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

17.3.3 - Modalità di applicazione

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane ed asciutte, esenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia; prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere ad un'accurata pulizia dell'impalcato, mediante bocciardatura eseguita con idonea macchina avente potenza non inferiore ad 80 CV, spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a giudizio della Direzione Lavori, da emulsione bituminosa al 50÷55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358÷363 K), in opportuni solventi selettivi di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed un'elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 kg/m² salvo diverse prescrizioni progettuali. Sul primer sarà posto in opera, dopo evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K (± 24 K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con fratazzi di legno. La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque, quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.

Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta dovranno essere portate a livello, affinché le stese non si ripercuotano sulla cappa. In seguito, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione, a discrezione della Direzione Lavori, si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata; successivamente si procederà con la stesa della pavimentazione definitiva.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato di conglomerato bituminoso, all'atto della stesa non sia inferiore a 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4÷5 mm, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m².

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

17.4 - Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non-tessuto

17.4.1 - Materiali

Il manto impermeabile continuo sarà costituito dai seguenti materiali:

- Primer, dovrà essere impiegato bitume con modifica tipo "soft" spruzzato a caldo a temperature non inferiori a 453 K (± 18 K), le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Legante, sarà costituito da bitume modificato con polimeri di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Armatura, sarà costituita da tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene coesionato mediante agugliatura meccanica, calandrato e stabilizzato ai raggi UV. Le caratteristiche del geotessuto dovranno essere:
 - peso del tessuto non tessuto ≥ 300 gr/m²;
 - resistenza alla rottura per trazione e allungamento a rottura, a 293 K non inferiore a 400 N (ASTM-D1682);
 - allungamento a rottura 5,5% (ASTM-D 1682);

- perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

17.4.2 - Modalità esecutive

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra manto impermeabile e supporto, alla stesa del primer applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

Sulla superficie così pretrattata sarà realizzato il manto impermeabile costituito da un'armatura di tessuto non tessuto applicato sulla mano di legante stesa in precedenza, nella quantità di 1,0 - 1,5 kg/m², salvo diversa prescrizione progettuale, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Successivamente, dopo la stesa del tessuto non tessuto, sarà applicata una seconda mano di legante.

La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

17.5 - Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile non tessuto in poliestere

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

17.5.1 - Materiali

- Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.
- La massa bituminosa della guaina sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume. Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A. ≥ 423 K;
- punto di rottura Frass 258 K;
- penetrabilità DOW a 288 K (con peso 100 g a 289 K) 20÷30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

- L'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agugliatura.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) ≥ 300 g/m²
- resistenza a trazione su striscia di 5 cm (UNI 8639) ≥ 18 kN/m
- allungamento (UNI 8639) $\geq 60\%$
- lacerazione (UNI 8279/9) $\geq 0,5$ kN
- punzonamento (UNI 8279/9) ≥ 3 kN
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.

- Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202/7):
 - . guaina di spessore non minore di 5 mm $\geq 5,500$ kg
 - . guaina di spessore non minore di 4 mm $\geq 4,500$ kg
- resistenza a trazione (UNI 8202/8):
 - . longitudinale ≥ 18 kN/m
 - . trasversale ≥ 16 kN/m
- resistenza a lacerazione (UNI 8202/9):
 - . longitudinale 0,16 kN
 - . trasversale 0,17 kN
- punzonamento statico (UNI 8202/11):
 - . classe di resistenza/carico supportato su sfera diam. 10 mm
- su supporto rigido $Ps4 > 25$ kg
- su supporto non rigido $Ps4 > 25$ kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263 K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

17.5.2 - Modalità di posa in opera

Eseguiti gli interventi preparatori seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da bitumi di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso), applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta, quando la temperatura media diurna dell'aria sia superiore ai 283 K.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Nel caso invece di guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, sarà posta in opera previa spalmatura, su primer di attacco alla soletta, di 1 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

In ambedue i casi la loro adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

17.6 - Con cartongfeltro bitumato

L'impermeabilizzazione è costituita da due strati di cartongfeltro bitumato ricoperto a doppio bagno, del peso cadauno non inferiore a 1,2 kg/m², alternati con tre spalmature di bitume ad alto punto di fusione, dato a caldo, in ragione di 1,2 kg/m² per ogni spalmatura.

Il peso complessivo dell'impermeabilizzazione dovrà risultare mediamente di 6 kg/m².

Quando il manto è posto al piede di murature e/o tramezzi dovrà avere una larghezza eccedente almeno 10 cm per parte il loro spessore.

17.7 - Con membrane prefabbricate a base bituminosa

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro.

La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403÷413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2÷3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m² in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m²;
- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m².

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina goffrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina goffrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m²; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m².

Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

17.8 - Con fogli di PVC o di gomma sintetica (Hypalon)

L'impermeabilizzazione è costituita da fogli in PVC o in gomma sintetica (Hypalon), come da scelte progettuali, dello spessore di 1,2÷1,3 mm, posti in opera con giunti sovrapposti per almeno 10 cm e saldati ad aria calda o mediante solvente.

Le operazioni di saldatura dovranno essere realizzate in tre fasi: puntatura dei teli; formazione di un primo cordone di saldatura; saldatura definitiva a tenuta idraulica ottenuta mediante un secondo cordone di saldatura.

I fogli in PVC (cloruro di polivinile), plastificato e stabilizzato ai raggi ultravioletti, saranno armati con tessuto in poliestere o fibra di vetro.

I fogli in gomma sintetica (Hypalon), da porre in opera, previa impregnazione del sottofondo con appositi adesivi, dovranno essere accoppiati con un feltro in fibra sintetica dello spessore di 0,4 mm.

I manti dovranno essere risvoltati, fissandoli sul coronamento perimetrale con profilati estrusi in alluminio di adeguata sezione e sagomati per farli aderire alla struttura sottostante; l'acqua meteorica sarà convogliata ai pluviali mediante pezzi speciali saldati e muniti di griglie parafoglie; particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione dei raccordi con le strutture emergenti dal manto (lucernari, canne fumarie ecc.) utilizzando opportuni collari.

Sarà inoltre onere dell'Impresa procedere a prove di tenuta dei giunti.

17.9 - Con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso

Il manto è costituito da un primo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m²; una barriera antivapore in poliestere di spessore $\geq 0,5$ mm; un secondo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m²; uno strato coibente dello spessore complessivo di 50 mm a doppio ordine di pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 35 kg/m³ posti in opera a giunti sfalsati; uno strato impermeabile in PVC dello spessore di 1,5 mm, rinforzato con tessuto in poliestere o velo in fibra di vetro e stabilizzato ai raggi UV.

17.10 - Barriera antivapore

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore $\geq 0,5$ mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

17.11 - Geotessile

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile del peso minimo di 300 g/m², in fibre di poliestere a filo continuo aventi le caratteristiche riportate nell'Art. 2.

Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

Art. 18 - Acciaio per c.a. e c.a.p.

18.1 - Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dal D.M. vigente (D.M. 14/01/2008, norma emanata in applicazione dell'art.21 della Legge 5/11/1971 n.1086) ed alle indicazioni delle norme armonizzate EN 10080 secondo quanto previsto dal D.M. 15/05/06 per i materiali da costruzione.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

E' ammesso esclusivamente l'utilizzo di acciai qualificati e dotati di marcatura CE ai sensi del D.P.R. n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CE; inoltre ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato della copia dell'attestato di qualificazione del S.T.C. (Servizio Tecnico centrale Min. Infrastrutture) sul prodotto di origine, del documento di trasporto dell'acciaieria, della marcatura di origine; nel caso in cui la fornitura provenga da un commerciante o da un centro di trasformazione intermedio dovrà essere inoltre presente il documento di trasporto del fornitore e nel secondo caso la specifica marcatura che identifica in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

18.2 - Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato – Fe B450C e B450A (ex Fe B 44k)

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (D.M. 14/01/2008) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

L'acciaio per c.a. laminato a caldo, denominato B450C, dovrà rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

| | Classe C | Requisito o frattile (%) |
|--|------------------------------------|---------------------------------|
| Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o $f_{0.2k}$ (MPa) | ≥ 450 | 5.0 |
| Tensione caratteristica di rottura F_{tk} (MPa) | ≥ 540 | 5.0 |
| Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$ | ≥ 1.15 < 1.35 | 10.0 |
| Deformazione caratteristica al carico massimo (%) | ≥ 7.5 | 10.0 |
| Attitudine al piegamento | Prova di piegamento/raddrizzamento | |
| Tolleranza massima dalla massa nominale (%) | | |
| – Diametro nominale barra (mm) ≤ 8 | ± 6.0 | 5.0 |
| – Diametro nominale barra (mm) > 8 | ± 4.5 | 5.0 |

L'acciaio per c.a. trafilato a freddo, denominato B450A, dovrà rispettare i requisiti sulle caratteristiche meccaniche previste in tabella:

| | Classe A | Requisito o frattile (%) |
|--|------------------------------------|---------------------------------|
| Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o $f_{0.2k}$ (MPa) | ≥ 450 | 5.0 |
| Tensione caratteristica di rottura F_{tk} (MPa) | ≥ 540 | 5.0 |
| Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$ | > 1.05 | 10.0 |
| Deformazione caratteristica al carico massimo (%) | ≥ 2.5 | 10.0 |
| Attitudine al piegamento | Prova di piegamento/raddrizzamento | |
| Tolleranza massima dalla massa nominale (%) | | |
| – Diametro nominale barra (mm) ≤ 8 | ± 6.0 | 5.0 |
| – Diametro nominale barra (mm) > 8 | ± 4.5 | 5.0 |

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata, controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

18.3 - Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili del tipo previsto in capitolato di diametro compreso fra 6 e 16 mm per quelle costituite con acciaio B450C e, di diametro compreso fra 5 e 10 mm per quelle costituite con acciaio B450A.

L'interasse delle barre non deve superare 330mm.

I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore.

La qualificazione e la marcatura del prodotto finito dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. in vigore e dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080).

18.4 - Zincatura a caldo degli acciai

18.4.1 - Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo $0,03 \div 0,04\%$ oppure compreso nell'intervallo $0,15 \div 0,25\%$.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

18.4.2 - Zincatura a caldo per immersione

18.4.2.1 - Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a $400 \div 430$ K.

18.4.2.2 - Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra $710 \div 723$ K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m^2 di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di $85 \mu\text{m} \pm 10\%$.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

18.4.2.3 - Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

18.4.2.4 - Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 20 t.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad un'accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 \pm 10\%$ la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura ed a spese dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

18.4.2.5 - Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, di cui all'Allegato 4 delle Norme di cui al DM in vigore dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.

La marcatura deve consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura: pertanto, nel caso in cui la zincatura venga effettuata su prodotti già qualificati all'origine, dotati quindi di marcatura indelebile, deve essere prevista una marcatura aggiuntiva che identifichi lo stabilimento di zincatura.

18.4.2.6 - Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura è effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80÷100 µm.

18.5 - Acciai inossidabili

Gli acciai inossidabili per armature di c.a. dovranno essere di tipo austentico ed avere un basso contenuto di carbonio; gli stessi secondo la classificazione AISI, saranno identificabili con le sigle 304L e 316L.

Il tipo di acciaio inox da utilizzarsi sarà stabilito nel progetto.

Le caratteristiche minime, chimiche e meccaniche degli acciai inossidabili per c.a. sono indicate nelle seguenti tabelle 1n e 2n:

TABELLA 1n (caratteristiche chimiche)

| Sigla AISI | C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | Mo |
|------------|---------|--------|--------|----------|---------|---------|--------|-------|
| 304L | ≤ 0,03% | ≤ 2,0% | ≤ 1,0% | ≤ 0,045% | ≤ 0,03% | 18 ÷ 20 | 8 ÷ 12 | - |
| 316L | ≤ 0,03% | ≤ 2,0% | ≤ 1,0% | ≤ 0,045% | ≤ 0,03% | 18 ÷ 20 | 8 ÷ 12 | 2 ÷ 3 |

TABELLA 2n (caratteristiche meccaniche)

| Sigla AISI | F _{tk} MPa | F _{tk} MPa | A 5 % | HRB |
|------------|------------------------|------------------------|----------|------|
| 304L | ≥ 540 | ≥ 430 | ≥ 12 | ≥ 79 |
| 316L | ≥ 540 | ≥ 430 | ≥ 12 | ≥ 79 |

Dovranno inoltre risultare positivi gli esiti delle seguenti prove:

- piegamento e raddrizzamento su mandrino;
- indice di aderenza eseguito secondo il metodo "Beam Test".

Le giunzioni tra le barre dovranno essere realizzate tramite l'impiego di manicotti filettati, anch'essi in acciaio inox, avente le stesse caratteristiche delle barre sottoposte ad unione.

Tutti gli acciai inossidabili approvvigionati, dovranno essere provvisti di certificazione d'origine, attestante le caratteristiche chimiche e meccaniche del materiale; ad ogni carico giunto in cantiere la Direzione Lavori provvederà ad effettuare il prelievo di una campionatura per ogni diametro, che sarà inviato ad un laboratorio per le prove, di cui all'art. 20 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

18.6 - Acciaio per c.a.p.

18.6.1 - Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. in vigore.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

Ogni partita di acciaio controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali in accordo con il Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

18.6.2 - Cavo inguainato monotrefolo

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto al precedente punto 18.6.1 e a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

18.6.3 - Ancoraggi dell'armatura di precompressione

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

18.7 - Acciai provenienti dall'estero

L'accettazione di prodotti provenienti dall'estero è subordinata al rispetto da parte dei produttori delle stesse procedure previste per i controlli in stabilimento dei prodotti nazionali.

Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, l'accettazione è subordinata, in alternativa, al riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel paese di origine da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.

Per le caratteristiche degli acciai ed i controlli in cantiere, si richiama quanto precedentemente stabilito nelle presenti Norme Tecniche.

Art. 19 - Acciaio per carpenteria

19.1 - Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (DM in vigore); della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (D.M. 19/06/1984, D.M. 29/01/1985, D.M.LL.PP. 24/01/1986, D.M. 04/05/1986 e relative istruzioni) e delle prescrizioni cui al paragrafo 11.3.4 "Acciai per costruzioni metalliche e per strutture composte" delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.08 che si intende qui integralmente richiamato.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiama qui espressamente anche la Norma UNI 10011 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione. I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

19.2 – Approvvigionamento materiali da costruzione

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, recepita dal DPR n.246/93.

Sarà ammesso solo l'uso di acciai con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio S355 secondo quanto previsto dalla norma EN 10025 (è ammesso l'uso di acciai CORTEN).

19.3 – Disegni di fabbricazione

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfreccie di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

19.4 - Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia sarà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

19.5 - Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina. La Direzione Lavori dovrà inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.

Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;

- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.

I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;

- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;

- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

19.6 - Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che siano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiato a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che sia interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

19.6.1 - Strutture portanti

Le strutture portanti (pilastri, travi, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione anche composte a traliccio, comprendono anche la bulloneria, le piastre, i collegamenti strutturali e gli ancoraggi anche con impiego di malte reoplastiche antiritiro, le opere murarie.

Saranno finite mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a due mani con ciclo "A";
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Le strutture saranno realizzate nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto.

19.7 - Verniciature

19.7.1 - Generalità

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

- a - in officina, a lavorazione ultimata:
 - . sabbiatura di tutte le superfici;
 - . applicazione dello strato di primer;
- b - in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
 - . spazzolatura dei punti da ritoccare;
 - . ritocchi sullo strato di primer;
 - . applicazione dello strato intermedio;
 - . applicazione dello strato di finitura.

19.7.2 - Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

L'Impresa, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a congruaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

19.7.3 - Preparazione delle superfici

19.7.3.1 - Sabbiature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.

Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.

A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

19.7.3.2 - Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

19.7.4 - Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

19.7.4.1 - Ciclo per superfici in vista - Tabella 19 A -

19.7.4.1.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

- a - Sabbiatura di grado A Sa 2½;
- b - Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido $\geq 76\%$;
 - zinco metallico nel film secco $\geq 86\%$;
 - legante silicato di etile;
 - peso specifico della miscela ≥ 2500 g/l;
 - temperatura minima di applicazione 260 K;
 - Sovraverniciatura (con umidità relativa $\geq 50\%$):

| temperatura | tempi minimi di sovraverniciatura |
|-------------|-----------------------------------|
| 260 K | 7 d |
| 277 K | 48 h |
| 289 K | 24 h |

19.7.4.1.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

- c - spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;
- d - applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,060 mm avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido $\geq 80\%$;
 - zinco metallico nel film secco $\geq 80\%$;
 - legante epossipoliammidico;
 - peso specifico della miscela ≥ 2500 g/l;
 - temperatura minima di applicazione 283 K;
 - sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85%)

| temperatura | tempi minimi di sovraverniciatura |
|-------------|-----------------------------------|
|-------------|-----------------------------------|

| | |
|-------|-----|
| 283 K | 8 h |
| 289 K | 6 h |

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido $\geq 59\%$
- legante epossipoliamminico modificato;
- peso specifico della miscela ≥ 1250 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

| temperatura | tempi minimi di sovraverniciatura |
|-------------|-----------------------------------|
| 283 K | 24 h |
| 289 K | 12 h |

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretano isocianico alifatico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido $\geq 57\%$
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela ≥ 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 277 K

19.7.4.2 - Ciclo per superfici interne - Tabella 19 B -

19.7.4.2.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme precedenti.

19.7.4.2.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d - si richiamano integralmente le norme precedenti.

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,075 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: $\geq 50\%$
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela: ≥ 1.350 g/l;
- temperatura minima di applicazione: 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa: 0÷90%)

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,150 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: $\geq 75\%$
- legante epossidico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela: \geq g/l 1500;
- temperatura minima di applicazione: 283 K

| TABELLA 19 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista | | |
|---|-------------|----------|
| Esecuzione | in officina | in opera |

| | | | | | | |
|--|--------------------|--|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Caratteristiche | 26.4.4.1.1/a | Primer zincante inorganico | 26.4.4.1.2/c | Ritocchi con primer zincante organico | Strato intermedio | Strato di finitura |
| | | 26.4.4.1.1/b | | 26.4.4.1.2/d | 26.4.4.1.2/e | 26.4.4.1.2/f |
| applicazione | Sabbiatura A SA 2½ | airless | Spazzolatura C St 3 | pennello | airless | airless |
| spessore film secco mm | | 0,08 | | 0,060 | 0,080 | 0,050 |
| componenti n. | | 2,00 | | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| peso specifico g/l | | ≥2500 | | ≥2500 | ≥1250 | ≥1200 |
| contenuto solido | | ≥76% | | ≥80% | ≥59% | ≥57% |
| zinco metallico nel film secco | | ≥86% | | ≥80% | | |
| legante | | silicato di etile | | epossipoliamicidico | epossipoliamicidico vinilico | poliuretano isocianico alifatico |
| temperatura minima di applicazione | | 260 K | | 283 K | 283 K | 277 K |
| sovraverniciature alle diverse temperature | | a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h | | a 283K: 8h a 289K: 6h | a 283K: 24h a 289K: 12h | |

TABELLA 19 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne

| | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Esecuzione | in officina | | in opera | | | |
| Caratteristiche | 26.4.4.2.1/a | Primer zincante inorganico | 26.4.4.2.2/c | Ritocchi con primer zincante organico | Strato intermedio | Strato di finitura |
| | | 26.4.4.2.1/b | | 26.4.4.2.2/d | 26.4.4.2.2/e | 26.4.4.2.2/f |
| applicazione | | airless | | pennello | airless | airless |
| spessore film secco mm | | 0,08 | | 0,060 | 0,075 | 0,150 |
| componenti n. | | 2,00 | | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| peso specifico g/l | | ≥2500 | | ≥2500 | ≥1350 | ≥1500 |
| contenuto solido | | ≥76% | | ≥80% | ≥50% | ≥75% |
| zinco metallico nel film secco | | ≥86% | | ≥80% | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|-----------------------|--|------------------------|--------------------------|----------------------------|------------|
| legante | Sabbiatura A SA 2½ | silicato di etile | Spazzolatura C St 3 | epossipoliammidico | epossipoliammidico | epossidico |
| temperatura minima di applicazione | | 260 K | | 283 K | 283 K | 283 K |
| sovraverniciature alle diverse temperature | | a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h | | a 283K: 8h a 289K: 6h | a 283K: 24h a 289K: 12h | |

19.8 - Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.

Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:

- 1) In officina:
 - sabbiatura A SA2½ delle norme SIS;
 - applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.
- 2) In opera:
 - operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
 - ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliammidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
 - strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
 - epossipoliammidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
 - applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiere, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless.
 - applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503.

Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

19.9 - Manufatti in acciaio profilato

L'Impresa dovrà porre in opera a qualsiasi altezza, anche mediante saldature da effettuarsi in opera, comprese le assistenze murarie, ringhiere, parapetti, scale, pensiline, cancelli ecc., come da disegni di progetto, complete

di accessori, minuterie e ferramenta mediante grigliati, lamiere e profilati in acciaio per strutture saldate, di qualsiasi sezione e profilo.

L'acciaio dovrà essere minimo del tipo Fe 430 di grado B certificato all'origine, avente le stesse caratteristiche chimiche degli acciai da sottoporre a trattamento di zincatura.

I materiali da zincare a caldo dovranno avere lo spessore previsto in progetto e comunque non inferiore a Z 350, come da prospetto II Norma UNI 10147.

Saranno finiti mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e con verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

La tipologia, le dimensioni e la finitura sono in funzione delle scelte progettuali.

19.10 - Botole, chiusini, ecc.

Le botole, i chiusini, ecc., realizzati in lamiera di ferro striata, di qualsiasi dimensione e spessore, compresa eventuale intelaiatura con profilati di ferro e le opere murarie, saranno finite mediante:

- zincatura a caldo a lavorazione ultimata;
- spazzolatura meccanica e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Saranno nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

19.11 - Scala retrattile

Realizzata in acciaio zincato e botola a ribalta in legno, data in opera completa di corrimano telescopico e maniglioni, per altezza di piano fino a 3,20 m.

19.12 - Griglie pedonabili e/o carrabili

Saranno in pannelli costituiti da longherine portanti e distanziali in acciaio zincato a caldo, aventi sezione come indicato nei disegni di progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Art. 21 - Giunti di dilatazione su opere d'arte

21.1 - Giunti di dilatazione in acciaio-gomma, a pettine, a piastre metalliche, a lamelle

21.1.1 - Scopo

Le presenti Norme Tecniche riguardano i giunti di dilatazione di superficie, utilizzabili per opere d'arte stradali ed autostradali di nuova costruzione o in manutenzione e/o riparazione ed adeguamento.

21.1.2 - Riferimenti normativi

- UNI EN 1337-1 Appoggi strutturali – Regole generali di Progetto
- UNI EN 1337-3 Appoggi elastomerici
- Decreto Ministeriale 04.05.90:
Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;
- Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica (Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 e relativo D.M. in vigore);
- Istruzioni CNR 10011-85 «Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione»;
- Istruzioni CNR 10018-87 «Apparecchi d'appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego».

21.1.3 - Tipologie di giunti

I giunti si distinguono in:

- **giunti in gomma-metallo**, normalmente costituiti da una struttura in gomma nella quale mediante il processo di vulcanizzazione o altro processo tecnologico sono inseriti dei profili metallici atti a modificare, in determinati punti, la rigidità e la portanza della struttura elastomerica;
- **giunti a pettine**, ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare;
- **giunti a piastra metallica**, nei quali una serie di piastre metalliche nude o rivestite in gomma, tra loro vincolate, forma un sistema articolato che assicura gli scorrimenti richiesti;
- **giunti a lamelle (profilati) trasversali**, in cui la continuità del piano viabile è assicurata da una serie di profili metallici posti in senso trasversale e uniti tra loro da idonei profili in gomma.

21.1.4 - Materiali - requisiti

21.1.4.1 - Acciaio da costruzione

Le caratteristiche degli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere in accordo alla UNI EN 10025.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

Prova di resilienza a -20 °C

secondo UNI 4713

≥ 27 J

Gli elementi in acciaio vulcanizzati a elementi in gomma e che non presentino saldature sono esclusi dalla suddetta prescrizione.

Tutte le superfici in acciaio non a contatto con il calcestruzzo devono essere protette dalla corrosione, compresa una striscia di 30 mm della parte a contatto col calcestruzzo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e quelli del tipo WT ST 510-3, 9 Cr NiCu P324, CORTEN o similari.

Per la definizione del sistema di protezione anticorrosiva, l'Impresa dovrà documentare:

- la preparazione della superficie;
- il tipo di rivestimento della superficie (zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossidica, clorocaucciù, ecc.);
- il numero di strati di vernice impiegata;
- lo spessore minimo di un singolo strato asciutto e spessore minimo totale del film secco;
- la procedura per il trattamento di danneggiamenti locali nella protezione anticorrosiva.

La documentazione deve essere controfirmata dal Produttore di materie prime o componenti che costituiscono l'appoggio.

21.1.4.2 - Acciaio inossidabile

Per tutti gli acciai inossidabili impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere indicate le normative di riferimento.

21.1.4.2.1 - Superfici di scorrimento e scossaline

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X5 Cr NiMo 1712 (UNI EN 10088-2).

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in lamiera di acciaio inossidabile, dovrà essere in X5 Cr Ni 1810 (UNI EN 10088-2), di almeno 0,6 mm di spessore e di valori superiori per giunti di grossa escursione.

21.1.4.2.2 - Ancoraggi e bulloneria

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio inossidabile tipo X5 CrNiMo 1712 secondo UNI EN 10088-2.

21.1.4.3 - Leghe di alluminio

Per tutte le leghe di alluminio dovranno essere indicate le normative di riferimento. Per la lega di alluminio impiegata nella realizzazione di elementi esposti al traffico dovrà essere prodotta una lista di referenze in impieghi analoghi che n'attesti l'idoneità e la validità nel tempo.

Le caratteristiche minime, salvo migliori prestazioni richieste dal progettista, dovranno risultare le seguenti (UNI EN 10002):

- 1) Carico unitario di rottura a trazione
215 MPa
- 2) Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità
175 MPa
- 3) Allungamento
1,5%
- 4) Durezza Brinell
70

21.1.4.4 - Gomma

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alle UNI EN 1337.

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in gomma, dovrà essere in uno dei seguenti materiali e spessori minimi, salvo richieste da parte del progettista di migliori caratteristiche:

- guaina in gomma policloroprenica di almeno 2 mm di spessore;
- guaina in Hypalon di almeno 1,2 mm di spessore;
- guaine in doppio strato di hypalon-gomma policloroprenica rispettivamente di spessore 1 e 2 mm per complessivi 3 mm.

21.1.4.5 - Malte, betoncini e resine

- **Malta cementizia, reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata** con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini, tipo MC3, salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato** con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini, tipo B3, salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Malta di resina per spessoramenti** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:
 - 1) Classe di resistenza a compressione – ASTM D695
a 7 gg di stagionatura: 55 MPa.
 - 2) Resistenza a flessotrazione rilevata su prismi di 40•40•160 mm a 20°C
dopo 1 d di stagionatura in accordo alla UNI 6133: 25 MPa.
 - 3) Modulo elastico secante a compressione secondo UNI 6556
10.000 MPa.
 - 4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1
3 MPa (rottura del supporto in cls).
 - 5) Ritiro - UNI 8687
inferiore a 0,005%
 - 6) Assorbimento di acqua - UNI 7699
inferiore a 0,3% in peso.
- **Sigillante di natura polisolfurica** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:
 - 1) Resistenza a trazione - UNI 8202 parte 8
0,5 MPa;
 - 2) Allungamento a rottura - UNI 8202 parte 8
250%;
 - 3) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21
nulla;
 - 4) Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117
650 h
 - 5) Durezza - UNI 4916
25 ShA
- **Malta di resina con funzione di adesivo** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:
 - 1) Resistenza a compressione - UNI 4279
90 MPa;
 - 2) Resistenza a flessotrazione - UNI 7219
50 MPa;
 - 3) Adesione al metallo - ASTM D 1002
10 MPa

- 4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1
3 MPa (rottura del supporto in cls)
- 5) Ritiro lineare - ASTM D 2556
inferiore a 0,0013 cm/cm
- 6) Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556
6 GPa
- 7) Gel time - ASTM D 2471
5 °C = 150 min
20 °C = 45 min.

- **Malta di resina con funzione impermeabilizzante-sigillante** con le seguenti caratteristiche salvo migliori disposizioni progettuali:

- 1) Resistenza a trazione - UNI 8202
3 MPa
- 2) Durezza - UNI 4916
80 ShA
- 3) Deformazione residua a trazione - UNI 8202 parte 10
< 15%
- 4) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21
nulla
- 5) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1
3 MPa (rottura del supporto in cls)

21.1.5 - Posa in opera

21.1.5.1 - Piani e vani di posa

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera, riferite ad ogni tipologia di giunto o se necessario ad ogni singolo giunto di dilatazione, in posizione di apertura media.

Su tali elaborati dovranno essere riportate le tolleranze di fabbricazione secondo normativa UNI 5307 e le tolleranze relative alle operazioni di posa in opera. Tali indicazioni dovranno in ogni caso riguardare i seguenti punti:

- planarità dei piani di posa;
- complanarità dei due diversi piani di posa;
- dimensioni del varco riferite a temperatura media;
- posizione ed interassi degli ancoraggi.

Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori.

Variazioni rispetto ai valori progettuali riportati nei suddetti disegni dovranno essere concordate con la Direzione Lavori e controfirmati dal Fornitore in qualità di progettista e costruttore dell'appoggio.

Nel caso di installazione di giunti su opere nuove, la posa in opera dopo la stesa della pavimentazione, sarà realizzata secondo le seguenti fasi esecutive:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione;
- asportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio;
- rinvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura;

- eventuale getto di malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati, opportunamente armati, collegati alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente. La differenza di quota tra il piano della pavimentazione ed il piano del giunto sarà compresa tra +5 mm e 0 mm;
- pre-regolazione, da eseguire a cura di tecnici qualificati e con specifiche attrezzature, tenendo conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità del giunto precedentemente approvato nonché della stagione e delle caratteristiche dell'opera.

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni del progetto, sarà di larghezza minima di 100 mm se eseguito con betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Impresa e accettate dalla Direzione Lavori.

I raccordi con i cordoli e le barriere saranno realizzati in funzione delle escursioni del giunto:

- per i giunti di escursione ≤ 50 mm:
 - guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato nell'art. 21.1.4.4;
- per giunti di escursione > 50 mm:
 - coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato nell'art. 21.1.4.1, protetti dalla corrosione conformemente a quanto specificato nell'art. 21.1.6.7.

Nel caso di manutenzioni, ripristini e adeguamenti, alle operazioni precedentemente descritte sono da aggiungere:

- eventuale asportazione di giunto esistente ammalorato;
- eventuale ripristino della testata di soletta con malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati opportunamente armati, collegati alla testata, secondo il tipo di degrado riscontrato; tale ripristino avverrà, previa verifica di funzionalità delle armature esistenti e loro eventuale integrazione, con un unico getto sino alla quota del piano di appoggio dell'apparecchio di giunto.

21.1.5.2 - Sistema di raccolta delle acque

Il giunto di regola dev'essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile. La raccolta delle acque sarà assicurata, secondo quanto previsto dal progetto, da una scossalina che collega le due testate dell'apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

21.1.5.3 – Raccordi con la pavimentazione, i cordoli e le barriere

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà di larghezza minima di 100 mm se eseguito con betoncino e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Appaltatore e accettate dalla Direzione Lavori.

I raccordi con i cordoli e le barriere saranno realizzati in funzione delle escursioni del giunto:

- per i giunti di escursione ≤ 50 mm:
 - guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato in precedenza (gomma);

- per giunti di escursione > di 50 mm:
- coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato in precedenza (acciai), protetti dalla corrosione conformemente a quanto specificato nel relativo paragrafo.

21.1.6 - Prove e controlli

21.1.6.1 - Generalità

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'accettazione delle partite avverrà tramite prove a carico delle Imprese esecutrici eseguite nel laboratorio della Società.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti 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 spesa della stessa Impresa.

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori non esime l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita delle opere.

21.1.6.2 - Prova funzionale del giunto

La prova va eseguita su di un prototipo di giunto in scala reale per una larghezza:

- $\geq 3,75$ m per giunti con appoggi discontinui;
- $\geq 1,0$ m e comunque coinvolgente almeno n. 2 ancoraggi per parte, per giunti con appoggio continuo.

Le prove consisteranno in:

- n. 10 cicli sperimentali con rilevazione della caratteristica forza-spostamento alle massime escursioni di esercizio;
- n. 3 cicli sperimentali come sopra alle massime escursioni sismiche.

21.1.6.3 - Prove di carico

La prova statica va effettuata su di un elemento significativo del giunto avente larghezza come definito all'art. 28.1.6.2 e consisterà in:

n. 1 prova statica con carico pari a $100 \times 1,4 \times 1,3 = 182$ kN applicato ad un'impronta di $0,30 \times 0,30$ m disposto sull'elemento di giunto alla massima apertura e nella posizione più sfavorevole.

Durante la prova si misurerà la freccia del giunto che dovrà risultare \leq al valore teorico. Al termine della prova il giunto non dovrà presentare danneggiamenti.

21.1.6.4 - Prova a fatica

È richiesta per quei tipi di giunto nei quali le parti soggette a verifica strutturale sono realizzate in elementi metallici.

La prova si effettua su di un elemento di giunto come specificato all'art. 21.1.6.2.

Il carico applicato deve variare da zero al carico massimo come più sotto definito con frequenza non superiore a 4 Hz per 2.000.000 di cicli.

Il carico massimo applicato deve essere pari a quello definito nel progetto incrementato del coefficiente dinamico ($100 \text{ kN} \times 1,4$) su di un'impronta di $0,30 \times 0,30$ m.

Al termine della prova il giunto non deve presentare danneggiamenti.

21.1.6.5 - Prova di adesione al cls**a) eseguita in laboratorio**

La prova di adesione si farà su travetti 70•70•280 mm a forma di cuneo con una faccia inclinata di 20°, in calcestruzzo dosato in ragione di 450 kg di cemento per metro cubo d'impasto e stagionato per 28 d.

La faccia sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco che sarà utilizzata durante la messa in opera.

Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.

Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori.

La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata di 20°.

b) eseguita in opera

La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello in contraddittorio con l'Impresa. Qualora risultassero superfici risonanti a vuoto l'Impresa dovrà intervenire, a sua cura e spese, nei modi ritenuti dalla Direzione Lavori più opportuni, per eliminare tali difetti. Nel caso non fosse possibile ristabilire la continuità con la soletta sottostante l'Impresa provvederà a sua cura e spese alla demolizione e al ripristino del giunto risultato non idoneo.

21.1.6.6 - Prova di sfilamento tirafondi

La prova di sfilamento dei tirafondi deve essere eseguita con un tirafondo M16 realizzato in materiale analogo a quello utilizzato per il fissaggio dei giunti, ancorato per 110 mm in calcestruzzo Rck 50 MPa.

Il carico di sfilamento deve essere applicato assialmente al tirafondo con opportune attrezzature che annullino eventuali componenti deviate (snodi).

21.1.6.7 - Prove di protezione anticorrosiva

Il sistema di protezione anticorrosiva definito, deve essere qualificato tramite le seguenti prove:

- prova in nebbia salina (720 h 5% cloruro di sodio) ISO 7253 - ISO 4628/2/3/4/5;
- misurazione dello spessore minimo del film secco ISO 2080;
- prova di adesione ISO 2409 prima e dopo prova in nebbia salina;
- prova d'urto ISO/TR 6272.

I criteri di accettabilità sono riportati nella Tabella seguente:

| PROVA | NORMA | CRITERI DI ACCETTABILITÀ |
|--------------------------------|-------------|---|
| Nebbia salina | ISO 7253 | Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5 |
| Spessore minimo del film secco | ISO 2808 | Come specificato in progetto |
| Adesione | ISO 2409 | 0 o 1 |
| Urto | ISO/TR 6272 | Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm |

21.1.6.8 - Controllo delle materie prime e componenti

L'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione dei giunti da parte dei Produttori siano stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità.

Tutte le materie prime ed i componenti devono essere identificati in modo da poter correlare in ogni momento la documentazione di controllo agli stessi.

La rintracciabilità deve essere garantita durante tutto il processo di fabbricazione ed installazione dei giunti.

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Produttore, secondo la tabella seguente:

| Tabella - Controllo di materie prime e componenti | | | |
|---|--|---|---|
| Tipo di controllo | Materiale o componente | Controllo in accordo con | Frequenza |
| Controllo da parte del Produttore e/o della Direzione Lavori | Acciaio strutturale | UNI EU 18 UNI 552 UNI EN 10025 | Ogni colata |
| | Acciaio inossidabile | UNI 6901 | Ogni colata |
| | Gomma | CNR 10018/87 ⁽¹⁾ | Ogni 1,5 m ³ di mescola prodotta |
| | Lega di alluminio | UNI 10002 UNI 560 | Ogni colata |
| | Prodotti componenti malte, betoncini e resine | UNI 6130 UNI 6132 UNI 6133 Scheda tecnica del Produttore | Come previsto dal Produttore |
| Rapporto di prova di laboratorio di parte terza | Acciaio strutturale ⁽²⁾ | UNI EN 18 UNI 552 UNI EN 10025 | Ogni 12 mesi |
| | Acciaio inossidabile ⁽²⁾ | UNI 6901 | Ogni 12 mesi |
| | Gomma ⁽²⁾ | CNR 10018/87 | Ogni 12 mesi |
| | Prodotti componenti malte, betoncini e resine ⁽²⁾ | Tutti i controlli previsti al punto 28.1.4.5 delle presenti Norme | Ogni 12 mesi |
| Note: ⁽¹⁾ ad esclusione delle seguenti prove: > Modulo G in accordo alla CNR 10018187 cap. 7 e successivi aggiornamenti. ⁽²⁾ da eseguire esclusivamente nel caso in cui il materiale non provenga regolarmente da produttori operanti con sistema di controllo della qualità certificato in accordo alle norme della serie UNI EN 29000 o ISO 9000. | | | |

21.1.6.9 - Controlli in corso di montaggio

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

| Tabella - Controlli in corso di montaggio | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| Tipo di controllo | Soggetto del controllo | Caratteristiche da controllare | Controllo in accordo con | Frequenza |
| Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore | Fenditura strutturale | Apertura | Dati forniti da Direzione Lavori | Ogni giunto |
| | Nicchie di alloggiamento | Dimensioni | Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore | Ogni giunto |
| | Malte, betoncini e resine | Resistenza a compressione | UNI 6130 UNI 6132 | ogni lotto di fornitura non superiore a 100 m di giunto e per ogni tipo di malta, betoncino o resina |
| | Tirafondi | Coppia di serraggio | Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore | Ogni tirafondo ☐ |
| | | Lunghezza di inghisaggio | Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore | Ogni giunto |
| | Giunto | Preregolazione | Dati forniti dalla Direzione Lavori | Ogni giunto |
| | | Temperatura alla posa | Dati di progetto | Ogni giunto |
| | | Tolleranza di posa in opera | Cap. 28.1.5 delle presenti Norme | Ogni giunto |

Note:

☐ La frequenza di prova potrà essere ridotta al 10% dei tirafondi solo se sarà utilizzata sistematicamente un'idonea attrezzatura semiautomatica che assicuri costantemente il corretto serraggio dei tirafondi (avvitatori elettrici o pneumatici regolabili o chiave dinamometrica). Nel caso che al controllo della Direzione Lavori il corretto serraggio dei tirafondi non sia accettabile nella percentuale compresa tra il 20% e il 50%, sarà esteso il controllo al 20% dei tirafondi; nel caso in cui al controllo della Direzione Lavori, il corretto serraggio non è accettabile nella percentuale compresa tra il 50% e il 100%, sarà eseguito il controllo su tutti i tirafondi.

21.1.6.10 - Controlli sui prodotti finiti

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

| Tabella - Controlli sui prodotti finiti | | | | |
|---|--|-------|---|--|
| Tipo di controllo | Soggetto controllo | del | Controllo in accordo con | Frequenza |
| Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore | Dimensioni | | Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore | In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4% |
| | Durezza (ove applicabile) | (ove) | Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore UNI 4916 | In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4% |
| | Protezione anticorrosiva (ove applicabile) | (ove) | Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore | In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4% |

21.1.6.11 - Controllo dell'inquinamento acustico sui giunti

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti la Direzione Lavori prescriverà l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto.

Il rumore è, sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova dovrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto originariamente omologato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto del viadotto.

La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe 1 della norma IEC 651 ovvero CEI 29-1. Se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 831; per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow.

La sorgente di rumore sarà costituita da un veicolo leggero (es. Fiat Uno) che transita sul giunto con velocità di 100 km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla Direzione Lavori a velocità di 70 km/h.

Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1,5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo. La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale, ciascuna per un intervallo di tempo di 2 s relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso.

Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.

Ciascuna delle prove previste:

- a) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;
- b) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;

andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.

Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza del giunto sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A).

21.1.7 - Piano di assicurazione qualità

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione dei giunti e la precisazione di tutti i controlli eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza dei giunti alle presenti Norme Tecniche.

L'Impresa deve consegnare il PAQ alla Direzione Lavori, unitamente al progetto esecutivo dei giunti prima dell'inizio della produzione degli stessi, dopo essere stato controfirmato per la parte di competenza dal Fornitore.

21.1.8 - Manutenzione dei dispositivi

Ogni giunto di dilatazione, o se sufficiente ogni tipologia, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione fornito dall'Impresa e controfirmato dal Fornitore, in cui sono indicati modalità, tempistica e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguirsi sul dispositivo.

In tale manuale dovranno essere riportate anche le procedure da attuare nel caso che si rendessero necessari interventi di manutenzione straordinaria.

21.1.9. – Penali

- Penalità per il non raggiungimento delle prestazioni degli apparecchi di giunto previste in progetto:

qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, secondo le presenti Norme, il Progettista eseguirà una verifica della sicurezza.

Se tale verifica desse esito positivo, l'apparecchio sarà accettato ma il suo prezzo unitario sarà decurtato del 20%;

qualora i valori risultassero superiori a tale 10% o la precedente verifica avesse dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla sostituzione della fornitura con giunti di caratteristiche adeguate alle prestazioni richieste.

- Penali per difetti di impermeabilizzazione:

se entro due anni dalla sua costruzione, durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, si vedessero scolature di acqua per un'estensione fino al 15% della sua lunghezza, sarà applicata una penale del 15% del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.

In caso di scolature per un'estensione superiore a detto valore, il giunto dovrà essere ripristinato dall'Impresa a sua cura e spesa.

- **Penalità per insufficiente adesione dei materiali di ripristino supporto ai giunti metallici:**

nel caso di superfici risonanti a vuoto e sulle quali non è stato possibile eliminare il difetto, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione completa dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

- **Penalità per mancata regolarità:**

la regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere al seguente requisito:

indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure del profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15⁰ e il 180⁰ giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN.

Tali misure dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI saranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L=5 m) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo sarà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:

IRI= 7 mm/m

Qualora il valore IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

- **Penali per il rumore:**

il limite di accettazione acustica del giunto, anche in relazione alle normative in corso di promulgazione, sarà indicato in fase progettuale; il superamento di detto limite comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o, in caso di insuccesso, una sua completa sostituzione con un giunto di caratteristiche migliori.

21.2 - Giunti di dilatazione a tampone

I giunti di dilatazione a comportamento elastico viscoso sono attualmente distinti in:

- **Giunti a tampone viscoelastico:** sono giunti il cui dispositivo di continuità e di supporto è costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica ed inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm.
- **Giunti a tampone ANIDRO "brev. AUTOSTRADE":** sono giunti con tampone costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica, inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm e supporti di impermeabilità in malta cementizia fibrorinforzata.

21.2.1 - Generalità

21.2.1.1 - Malte e betoncini per ripristini di testate di solette

La posa in opera del giunto di dilatazione a tampone sarà preceduta dall'eventuale ricostruzione del profilo degli elementi strutturali in calcestruzzo (testate solette). Le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per la ricostruzione sono indicate nel capitolo riguardante i materiali per i ripristini, riportato nelle presenti Norme.

21.2.1.2 - Dispositivo per i cordoli

Come integrazione ai giunti di dilatazione di tipo viscoelastico, dovranno essere posti in opera dispositivi di finitura del giunto sul cordolo, nel caso che l'opera d'arte sia dotata di cordolo con barriera metallica o con barriera New Jersey. Di tale fornitura le Imprese dovranno esporre sia le modalità di posa in opera, che le caratteristiche dei materiali impiegati.

21.2.1.3 - Sistema di raccolta delle acque

Il giunto di regola deve essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile.

La raccolta delle acque sarà assicurata, secondo quanto previsto dal progetto, da una scossalina che collega le due testate della apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

21.2.1.4 - Prescrizioni acustiche dei giunti a tampone

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti installati lungo la rete si prescrive l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto. Il rumore è sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova dovrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto originariamente certificato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto di essa. La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe 1 della norma IEC 651 ovvero CEI 29 -1.

Se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 831; per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow. La sorgente di rumore sarà costituita da un veicolo leggero (es. Fiat Uno) che transita sul giunto con la velocità di 100 km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla Direzione Lavori a velocità di 70 km/h.

Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1,5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo. La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale, ciascuna per un intervallo di tempo di 2 s

relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso. Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.

Ciascuna delle prove previste:

- a) - in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;
- b) - in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;

effettuata con questa modalità, andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.

Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A).

La Direzione Lavori, qualora lo ritenesse opportuno al fine di verificare l'eventuale aumento di rumorosità prodotto dal nuovo giunto, si riserva la facoltà di eseguire delle apposite prove.

Il limite di accettazione acustica del giunto anche in relazione alle normative in corso di promulgazione, sarà indicato in fase progettuale, il superamento di detto limite comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o, in caso di insuccesso, una sua completa sostituzione con un giunto di caratteristiche migliori.

21.2.2 - Giunto a tampone viscoelastico

Il giunto a tampone viscoelastico dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- **Dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione;**
il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un tubo microfessurato avvolto in un sottile foglio di tessuto non tessuto;
- **Dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio di dimensioni 0,30x0,15x0,002 m;**
tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico.
- **Tampone in conglomerato bituminoso chiuso;**
il giunto deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni. La sua composizione è descritta al punto 21.2.2.2.

Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di 11 cm.

21.2.2.1 - Modalità di esecuzione del giunto

Il giunto a tampone viscoelastico deve essere posto in opera a pavimentazione finita.

L'intera lavorazione comprende:

- asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato, demolizione della pavimentazione e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante e trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta;
- asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
- accurata pulizia del piano di posa del tampone o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
- trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;

- eventuale ripristino delle testate delle solette con malta e/o betoncino reoplastici fibrorinforzati o con malte cementizio-epossidiche mantenendo la giusta distanza ed una forma il più possibile regolare tra le testate contrapposte;
- asciugatura della sede del giunto a mezzo di lancia termica;
- stesa di una membrana impermeabilizzante (dopo adeguata maturazione della malta) in BITUTHENE HD o ELOTENE-LASCO su tutta la sede del giunto, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima, posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta;
- introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso avente la funzione di contenere la prima colata di bitume modificato;
- posa del dispositivo di drenaggio microfessurato rivestito di tessuto non tessuto;
- prima colata di bitume modificato su tutta la sede del giunto (pareti verticali e fondo) impregnando anche la treccia poliuretanica in modo da impermeabilizzarla;
- posa del dispositivo di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore e lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;
- seconda colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale;
- realizzazione del tampone mediante stesa in unico o più strati e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario;
- colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui.

21.2.2.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti

Il tampone viscoelastico sarà costituito da:

- legante

bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici, con bitume di tipo E.

TABELLA - BITUME HARD - LEGANTE "E" (%DI MODIFICANTE/I (*) $\geq 8\%$)

| Caratteristiche | Unità | Metodo di prova | Valore |
|--|----------------|-----------------------------------|--------------|
| Penetrazione @ 25 ⁰ C | 0,1 mm | EN 1426; CNR 24/71 | 100-150 |
| Punto di rammollimento (⁰⁰)/valore minimo P.A. | ⁰ C | EN 1427; CNR 35/73 | $\geq 24/70$ |
| Punto di rottura (Fraass), max | ⁰ C | CNR 43/74 | ≤ -17 |
| Viscosità dinamica @ 160 ⁰ C, $\gamma=100\text{ s}^{-1}$, max | Pa*s | SN 67.1722a | $\leq 0,8$ |
| Ritorno elastico @ 25 ⁰ C, 50 mm/min | % | DIN 52013; (CNR 44/74 modificata) | ≥ 70 |
| Stabilità allo stoccaggio 3 d, @ 180 ⁰ C Punto di rammollimento, max | ⁰ C | Vedi Norma in appendice | ≤ 3 |
| Valori dopo RTFOT (*0*) | | | |
| Perdita per riscaldamento (volatilità) @ 163 ⁰ C, max \pm | % | CNR 54/77 | $\leq 0,8$ |
| Penetrazione residua @ 25 ⁰ C, max | % | EN 1426; CNR 24/71 | ≤ 50 |
| Incremento del Punto di rammollimento, max | ⁰ C | EN 1427; CNR 35/73 | ≤ 10 |

- (*) Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBS_r, SBS_l, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.
- (00) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.
- (*0*) Rolling Thin Film Oven Test.

- Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografica diversa, con granulometria compresa tra i 15 e 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria. In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

21.2.3 - Giunti a tampone ANIDRO (brev. AUTOSTRADE n. RM 9400038)

Il giunto a tampone Anidro dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- **Dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione;**
il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un tubo microfessurato, da fori sulla testata di soletta del diametro di 30 mm posti ad interasse di 1 m o maggiore, previo concordamento con la Direzione Lavori, completi di tubetto in PVC di adeguato spessore e diametro, sigillati con stucco, con tutti gli accorgimenti necessari ad impedirne l'otturazione, e da un getto di conglomerato bituminoso drenante.
- **Dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio inox di dimensioni 0,30x0,15x0,002 m;**
tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico.
- **Tampone in conglomerato bituminoso chiuso;**
esso deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni ed avere le caratteristiche specificate nel seguente punto 21.2.3.2. Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di 0,10 m.

21.2.3.1 - Modalità di esecuzione del giunto

Il giunto a tampone deve essere posto in opera a pavimentazione finita.

L'intera lavorazione comprende:

- l'asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato, demolizione della pavimentazione e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante e trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta;
- asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
- rattivatura estradosso soletta e/o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
- esecuzione di fori nelle testate delle solette del diametro di 30 mm posti ad un interasse di 1 m o maggiore e corredati di un'adeguata svasatura per rendere più agevole la captazione delle acque; nell'eventualità che

in corrispondenza degli stessi si incontri il traverso di testata si procederà operando con una certa inclinazione tale da non interferire con il traverso stesso;

- trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;
- eventuale ripristino delle testate delle solette con malta e/o betoncino reoplastici fibrorinforzati o con malte cementizio-epossidiche mantenendo la giusta distanza tra le testate contrapposte;
- lavaggio con acqua in pressione o con vapore;
- getto di malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato rinforzata con fibre di carbonio, avente una contropendenza longitudinale verso i fori precedentemente realizzati;
- stesa di una membrana impermeabilizzante (dopo adeguata maturazione della malta) in BITUTHENE HD o ELOTENE HD su tutta la sede del giunto, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima, posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta;
- introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso;
- posa nei fori della soletta di tubi in PVC del diametro 25 mm aventi una lunghezza sufficiente e comunque mai inferiore allo spessore della soletta;
- posa del dispositivo di drenaggio microfessurato rivestito di tessuto non tessuto;
- inserimento nei fori di drenaggio di uno strato di geotessile tessuto non tessuto con adeguate caratteristiche di resistenza al calore;
- getto di congruaglio in conglomerato bituminoso drenante fino al raggiungimento della quota dell'estradosso del getto necessario alla contropendenza;
- posa dei dispositivi di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore, con lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;
- colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale e verticale, a temperatura tale da non intasare il sottostante conglomerato bituminoso drenante;
- realizzazione del tampone mediante stesa in unico strato e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario;
- colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui;
- posa in opera nell'intradosso delle testate di soletta di un canale di raccolta in PVC delle acque provenienti dai fori di drenaggio.

21.2.3.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti

Il tampone viscoelastico sarà costituito da:

- legante

bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici, con bitume di tipo E.

TABELLA - BITUME HARD - LEGANTE "E" (%DI MODIFICANTE/I (*) \geq 8%)

| Caratteristiche | Unità | Metodo di prova | Valore |
|---|----------------|--------------------|--------------|
| Penetrazione @ 25 ⁰ C | 0,1 mm | EN 1426; CNR 24/71 | 100-150 |
| Punto di rammollimento (⁰⁰)/valore minimo P.A. | ⁰ C | EN 1427; CNR 35/73 | \geq 24/70 |
| Punto di rottura (Fraass), max | ⁰ C | CNR 43/74 | \leq -17 |
| Viscosità dinamica @ 160 ⁰ C, $\gamma=100$ s ⁻¹ , max | Pa*s | SN 67.1722a | \leq 0,8 |

| | | | |
|--|-----|-----------------------------------|-------|
| Ritorno elastico @ 25 ⁰ C, 50 mm/min | % | DIN 52013; (CNR 44/74 modificata) | ≥ 70 |
| Stabilità allo stoccaggio 3 d, @ 180 ⁰ C | 0 C | Vedi Norma in appendice | ≤ 3 |
| Punto di rammollimento, max | | | |
| Valori dopo RTFOT (*0*) | | | |
| Perdita per riscaldamento (volatilità) @ 163 ⁰ C, max ± | % | CNR 54/77 | ≤ 0,8 |
| Penetrazione residua @ 25 ⁰ C, max | % | EN 1426; CNR 24/71 | ≤ 50 |
| Incremento del Punto di rammollimento, max | 0 C | EN 1427; CNR 35/73 | ≤ 10 |

- (*) Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBS _r, SBS _l, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.
- (00) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.
- (*0*) Rolling Thin Film Oven Test.

- Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografica diversa, con granulometria compresa tra i 15 e 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria. In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

21.2.4 - Controllo dei requisiti di accettazione e penalità

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione da parte della Direzione Lavori.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa delle lavorazioni alle prescrizioni contrattuali.

Per effettuare tali determinazioni la Direzione Lavori si dovrà servire del Laboratorio della Società. I costi delle prove saranno addebitati all'Impresa esecutrice.

Eventuali materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Per i materiali usati nelle riparazioni e nelle forniture, qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, il progettista eseguirà una verifica della sicurezza.

Se tale verifica desse esito positivo, il materiale sarà accettato ma il suo prezzo unitario sarà decurtato del 20%, per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato.

Qualora i valori risultassero superiori al 10% richiesto o la precedente verifica abbia dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

Per le superfici risuonanti a vuoto sulle quali non è stato possibile eliminare i difetti, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

Inoltre i giunti dovranno presentare buona regolarità, basso livello di produzione di rumore al passaggio dei veicoli e perfetta impermeabilità.

Il giunto sarà considerato impermeabile se entro due anni dalla sua posa in opera, durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, non si vedranno scolature di acqua per un'estensione fino al 10% della sua lunghezza. Nel caso di scolature per un'estensione superiore a detto valore, ma inferiore al 15% della sua lunghezza, sarà applicata una penale del 15% del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.

In caso di scolature per un'estensione superiore al 15%, il giunto dovrà essere ripristinato dall'Impresa a sua cura e spese.

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere al seguente requisito:

- indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure del profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15° e 180° giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Tali misure dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI saranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo ($L = 5$ m) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo sarà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:

$IRI = 7 \text{ mm/m}$

Qualora il valore di IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la sua larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

PROVA DI VERIFICA DELLA STABILITÀ ALLO STOCCAGGIO A CALDO DI UN BITUME MODIFICATO

- SCOPO DELLA PROVA

Questo metodo di prova serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo e si effettua mediante la determinazione della differenza fra il punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e quello del terzo inferiore di un provino cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio.

- APPARECCHIATURA DI PROVA

- tubetti cilindrici di circa 3 cm di diametro e 16 cm di altezza, di alluminio sottile, pieghevole non verniciato.
- stufa con regolazione termostatica fino a $T=200\text{ }^{\circ}\text{C}$, con precisione di $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- freezer.
- apparecchiatura per la determinazione del punto di rammollimento del bitume (CNR BU n.35/1973).

- PROCEDIMENTO

Dopo aver chiuso un tubetto ad un'estremità stringendola e ripiegandola più volte per un totale di circa 3 cm in modo da ottenere un fondo piatto, si versa 75 g circa del bitume riscaldato alla temperatura minima di colabilità, evitando inclusioni di aria e si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto viene allora stretta e piegata ripetutamente in maniera tale che in esso non rimanga praticamente più aria.

Il tubetto preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 d alla temperatura massima di stoccaggio, corrispondente a quella massima di impiego e tipica per il bitume modificato in esame; al termine, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio.

Si taglia quindi il provino cilindrico di bitume perpendicolarmente al suo asse in tre parti di uguale altezza e si scarta quella centrale; sulle parti inferiori e superiori si determina separatamente il punto di rammollimento P.A. con l'approssimazione della prima cifra decimale.

- ESPRESSIONE DEI RISULTATI

La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

- VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Il bitume in esame si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la succitata differenza non supera i $3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Qualora non sia rispettato tale limite, il materiale è da ritenersi non idoneo all'uso e pertanto deve essere sostituito a cura e spese dell'Impresa.

Art. 22 - Dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche dagli impalcati delle opere d'arte deve essere tale da evitare ristagni sulla sede stradale; deve drenare le acque di pavimentazione ed allontanarle dall'opera senza percolazioni e/o stillicidi sulle strutture sottostanti.

Esso consiste essenzialmente in una rete di pluviali ubicati secondo le previsioni di progetto, in relazione alla geometria piano altimetrica degli impalcati.

I pluviali avranno il diametro e l'interasse indicato in progetto, distribuiti sulle campate in modo da evitare che vengano a cadere sulla mezzeria.

Ciascun pluviale è composto da:

- bocchettone in lastra di piombo di prima fusione, per il collegamento all'impalcato, sigillato con malta di resina epossidica;
- griglia di scarico in acciaio zincato a caldo, posta a protezione del pluviale a quota tale da poter captare le acque meteoriche provenienti dalla pavimentazione;
- tubazione, per il convogliamento delle acque.

Il bocchettone, di dimensioni e spessore indicati in progetto, al quale è affidata la funzione di raccolta ed evacuazione delle acque scorrenti sull'impalcato, deve assicurare anche lo scarico delle acque di drenaggio e di emungimento dagli strati di conglomerato bituminoso.

Dovrà essere costituito da una parte tubolare eduttiva saldata in pezzo unico ad una piastra direttamente poggiata in un incavo predisposto sull'estradosso della soletta, regolarmente stuccata con stucchi epossidici, al di sopra della quale è distesa la impermeabilizzazione e successivamente la pavimentazione stradale.

La parte tubolare eduttiva dovrà sporgere dall'intradosso della soletta di almeno 15 cm e ad essa dovrà essere infilato ed incollato un tubo verticale in PVC tipo 302 pesante, secondo Norme UNI 7443/85, di dimensioni e spessori indicati in progetto, discendente in ogni caso almeno per 30 cm al di sotto del bordo inferiore delle travi longitudinali, sempre facendo in modo che non si abbia stillicidio su eventuali strutture sottostanti (pulvini, pile, ecc.).

Detti tubi saranno collegati all'opera con collari e zanche di acciaio inossidabile AISI 304; il tubo non dovrà scorrere entro il collare; ciò si otterrà con guarnizione in neoprene o altri accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori.

Quando previsto in progetto, la tubazione in PVC potrà essere sostituita con tubazione in acciaio inox AISI 304, oppure in ghisa centrifugata e ricotta, di tipo leggero, che sarà catramata a caldo sia internamente che esternamente e raccordata con giunti a bicchiere con relativi pezzi speciali.

Nel caso di attraversamento di zone urbane ed in tutti quei casi in cui le acque di eduazione o di percolamento possano produrre danni e inconvenienti, è prescritto che la tubazione di cui sopra, in qualunque materiale sia realizzata, debba essere proseguita fino a terra ed eventualmente immessa in un sistema fognante e debba essere fornita di giunti di tenuta a freddo con anello in gomma stabilizzata.

La griglia di scarico avrà dimensioni come indicate in progetto e sarà conforme alle norme UNI - EN 124.

Nelle strutture a cassone devono praticarsi dei fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione nei punti di possibile accumulo verso i quali devono essere indirizzate le pendenze interne delle strutture.

Si devono dotare tali fori di tubi di evacuazione in PVC pesante del diametro di 3÷5 cm fissati al conglomerato cementizio con stucchi epossidici ed eventualmente collegati ai tubi principali di discesa ove presenti.

Allo stesso modo dovranno essere trattati gli scarichi dei dispositivi di drenaggio dei giunti se la distanza dai tubi di discesa non eccede il metro e mezzo.

Nel caso di opere di notevoli dimensioni trasversali, in zone di particolare piovosità e comunque in tutti quei casi che presentino condizioni di incertezza, dovrà essere previsto in progetto uno specifico calcolo idraulico basato sulla curva di primo caso critico, per decidere l'interasse dei pluviali e diametro dei bocchettoni e dei tubi di convogliamento.

Art. 24 - Misto granulare non legato per fondazione

24.1 - Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI EN2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale d'apporto idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di progetto.

24.2 - Caratteristiche dei materiali da impiegare

Gli inerti impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

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

- a) L'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) Granulometria (norma UNI EN 933-1) compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

| Serie UNI EN 933-1 | Passante totale in peso % |
|--------------------|---------------------------|
| setaccio 63 | 100 |
| setaccio 40 | 95-100 |
| setaccio 31,5 | 75-100 |
| setaccio 16 | 53-80 |
| setaccio 8 | 36-66 |
| setaccio 6,3 | 31-61 |
| setaccio 2 | 16-39 |
| setaccio 0,5 | 8-23 |
| setaccio 0,063 | 3-10 |

- c) Rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0,063 mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5 mm inferiore a 2/3.

- d) Perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso.

- e) Equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio UNI EN 2mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.

- f) Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286-47/2006) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50.

È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

24.3 - Studio preliminare

Le caratteristiche suddette devono essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di Laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti d'approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che sarà impiegata.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

I requisiti d'accettazione saranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori sia in cava, sia preliminarmente sia in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non corrispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

24.4 - Modalità esecutive

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

Il materiale sarà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta d'acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

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

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento d'ogni strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 0,18. Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso d'elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta sarà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di \cdot Pc (100 - x)}{100 Pc - x di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in Laboratorio

di = densità della miscela intera

Pc = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

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

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso d'elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine x, deve essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al setaccio ISO 3310 di apertura 20 mm).

Il valore del modulo di deformazione M_d , accertato secondo le modalità previste dalle Norme, nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm², non deve essere inferiore a 1.000 daN/cm².

Il modulo elastico dinamico reale calcolato tramite il programma "PASTREV" della Società dai valori rilevati in opera con prove dinamiche tipo F.W.D. effettuate sullo strato di fondazione, sarà il riferimento prestazionale. La media dei valori di modulo in daN/cm² ricavata da misure effettuate ogni 100 m e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 400 metri di lunghezza deve risultare superiore a 1.850 daN/cm².

Per valori inferiori, al misto si effettuerà una detrazione del 10% sul prezzo dello strato e del pacchetto di strati ad esso sovrapposti.

La superficie finita non deve scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato per mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore deve essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo

Art. 25 - Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

25.1 - Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, a granulometria chiusa o semiaperta, bitume tradizionale semisolido o bitume modificato tipo "soft", additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

25.1.1 – Materiali costituenti e loro qualificazione

Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido o bitume modificato tipo "soft" ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

I bitumi tradizionali sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante; i bitumi modificati sono composti costituiti da bitumi compatibili in cui sono dispersi polimeri.

A seconda della temperatura media della zona di impiego ed alla intensità del traffico d'esercizio, il bitume deve essere del tipo 50/70, normale o modificato con polimeri, con le caratteristiche indicate nella tabella 25.1.1.

TABELLA 25.1.1

| Bitume | | | <i>Tradizionale</i> | <i>Modificato</i> |
|---|-----------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| <i>Parametro</i> | <i>Normativa</i> | <i>unità di misura</i> | <i>tipo 50/70</i> | <i>tipo 50/70 soft</i> |
| Penetrazione a 25°C | EN1426, CNR24/71 | dmm | 50-70 | 50-70 |
| Punto di rammollimento | EN1427, CNR35/73 | °C | 46-56 | ≥ 60 |
| Indice di penetrazione | UNI 4443 | | da - 1,5 a 0 | da 0 a +2,0 |
| Punto di rottura (Fraass) | EN 12593- CNR43/74 | °C | ≤ - 8 | ≤ -12 |
| Solubilità in Tricloroetilene | CNR48/75 | % | ≥ 99 | - |
| Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$ | PrEN 13072-2 | Pa•s | ≤ 0,3 | ≤ 0,4 |
| Esame microscopico in fluorescenza | Pr EN | - | - | foto |
| Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min | EN 13398 | % | - | ≥ 75 |

| | | | | |
|---------------------------------------|------------------|----|-------|-------|
| Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C | | | | |
| Variazione del punto di Rammollimento | EN13399 | °C | - | ≤ 5 |
| Valori dopo RTFOT | EN12607-1 | | | |
| Volatilità | CNR54/77 | % | ≤ 0,5 | ≤ 0,8 |
| Penetrazione residua a 25°C | EN1426, CNR24/71 | % | ≥ 50 | ≥ 60 |
| Incremento del punto di Rammollimento | EN1427, CNR35/73 | °C | ≤ 9 | ≤ 5 |

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP ed accettato dalla Direzione Lavori.

Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli **attivanti d'adesione**, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 25.1.4, 25.1.8, 25.1.9. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica – ASTM D2327-74).

Aggregati

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

L'**aggregato grosso** deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati¹, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 25.1.2.

Tabella 25.1.2 Aggregato grosso

| | |
|---------------------------------|-----------------------|
| Trattenuto al crivello UNI n. 5 | |
| Requisiti di accettabilità | Strato pavimentazione |

¹ Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata.

| <i>Parametro</i> | <i>Normativa</i> | <i>Unità di misura</i> | Base | Binder | Usura |
|---|------------------|------------------------|------|--------|-------|
| Los Angeles (*) | CNR 34/73 | % | ≤ 30 | ≤ 22 | ≤ 18 |
| Micro Deval umida (*) | CNR 109/85 | % | ≤ 25 | ≤ 20 | ≤ 15 |
| Quantità di frantumato | - | % | ≤ 50 | ≥ 90 | 100 |
| Dimensione max | CNR 23/71 | mm | 40 | 25 | 20 |
| Sensibilità al gelo | CNR 80/80 | % | ≤ 30 | ≤ 30 | ≤ 30 |
| Spogliamento | CNR 138/92 | % | ≤ 5 | ≤ 5 | 0 |
| Passante allo 0,075 | CNR 75/80 | % | ≤ 1 | ≤ 1 | ≤ 1 |
| Indice appiattimento | CNR 95/84 | % | | ≤ 25 | ≤ 20 |
| Porosità | CNR 65/78 | % | | ≤ 1,5 | ≤ 1,5 |
| CLA | CNR 140/92 | % | | | ≥ 42 |
| (*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati. | | | | | |

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

A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi preconfezionati a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 25.1.3.

Tabella 25.1.3 Aggregato fino

| Passante al crivello UNI n. 5 | | | | | |
|-------------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|--------|-------|
| Requisiti di accettabilità | | | Strato pavimentazione | | |
| Parametro | Normativa | Unità di misura | Base | Binder | Usura |
| Equivalente in sabbia | CNR 27/72 | % | ≥ 50 | ≥ 60 | ≥ 80 |
| Indice Plasticità | CNR-UNI 10014 | % | N.P. | N.P. | N.P. |
| Limite liquido | CNR-UNI 10014 | % | ≤ 25 | N.D. | N.D. |
| Passante allo 0,075 | CNR 75/80 | % | ≤ 10 | ≤ 5 | ≤ 5 |
| Quantità di frantumato | CNR 109/85 | % | ≥ 50 | ≥ 60 | ≥ 80 |

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

Il **filler**, frazione passante al setaccio UNI 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in tabella 25.1.4.

Tabella 25.1.4 Filler

| Requisiti di accettabilità | | | Strato pavimentazione | | |
|----------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|--------|-------|
| Parametro | Normativa | Unità di misura | Base | Binder | Usura |
| Spogliamento | CNR 138/92 | % | ≤ 5 | | |
| Passante allo 0,18 | CNR 23/71 | % | 100 | | |
| Passante allo 0,075 | CNR 75/80 | % | ≥ 80 | | |
| Indice Plasticità | CNR-UNI 10014 | | N.P. | | |
| Vuoti Ridgen | CNR 123/88 | % | 30-45 | | |

| | | | |
|---|------------|-------------|----------|
| Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5 | CNR 122/88 | ΔPA | ≥ 5 |
|---|------------|-------------|----------|

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP. e accettato dalla stazione appaltante.

In merito alla **direttiva 89/106/CEE e s.m.i.** ed al **D.M. 11/04/2007** dal 4 Maggio 2007 è **obbligatoria la Marcatura CE** per materiali [...] per l'impiego [...] nella costruzione di strade, secondo la norma **UNI EN 13043**.

Conglomerato con riciclato

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

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

- conglomerato per strato di base : $\leq 30\%$
- conglomerato per strato di collegamento : $\leq 20\%$
- conglomerato per tappeto di usura : $\leq 10\%$

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

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

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) possono essere impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare e devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella tabella 25.1.5

Tabella 25.1.5

| ACF - Attivanti Chimici Funzionali | | | |
|---|------------------|------------------------|---------------|
| <i>Parametro</i> | <i>Normativa</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Valore</i> |
| Densità a 25/25°C | ASTM D - 1298 | g/cm ³ | 0,900 - 0,950 |
| Punto di infiammabilità v.a. | ASTM D - 92 | °C | 200 |
| Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$ | SNV 671908/74 | Pa s | 0,03 - 0,05 |
| Solubilità in tricloroetilene | ASTM D - 2042 | % in peso | 99,5 |
| Numero di neutralizzazione | IP 213 | mg/KOH/g | 1,5-2,5 |
| Contenuto di acqua | ASTM D - 95 | % in volume | 1 |
| Contenuto di azoto | ASTM D - 3228 | % in peso | 0,8 - 1,0 |

Gli attivanti chimici funzionali dovranno essere dosati in modo da rigenerare la quantità di conglomerato bituminoso riciclato (fresato) e le caratteristiche del bitume invecchiato in esso contenuto. L'effetto ACF e la congruità della quantità di conglomerato bituminoso da riciclare verranno controllati mediante prove di penetrazione (CNR 24/71 – EN 1426) e di punto di rottura Fraass (CNR 43/74 – EN 12593) sul legante bituminoso estratto dai campioni di conglomerato bituminoso prelevati durante la posa in opera, i cui valori dovranno ottemperare ai requisiti di accettabilità riportati nella tabella 25.1.6 e misurati entro 3 mesi dalla data del prelievo.

Tabella 25.1.6

| Leganti bituminosi 50/70 (estratti con Metodo Abson – CNR 133) | | | Pavimentazione | | |
|--|----------------------|------------------------|----------------|---------------|----------------|
| <i>Requisiti di accettabilità</i> | <i>Normativa</i> | <i>unità di misura</i> | <i>Base</i> | <i>Binder</i> | <i>Tappeto</i> |
| Penetrazione a 25°C | EN1426, CNR24/71 | dmm | ≥ 25 | ≥ 30 | ≥ 35 |
| Punto di rottura (Fraass) | CNR43 /74 – EN 12593 | °C | ≥ 6 | ≥ 7 | ≥ 8 |

Miscele

La miscela degli aggregati con e senza fresato, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in tabella 7. In base alla norma **UNI EN 13108 -1** ed all'**allegato ZA** è richiesta, dal 01 Marzo 2008, la Marcatura CE delle miscele di conglomerato bituminoso a caldo.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita alla massa degli aggregati, deve essere compresa orientativamente nei limiti indicati nella stessa tabella 25.1.7.

Tabella
25.1.7

| <i>Serie crivelli e setacci UNI</i> | | <i>Base</i> | <i>Binder</i> | <i>Usura</i> | | |
|---|-------|-------------|---------------|--------------|-----------|-----------|
| | | | | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> |
| Crivello | 40 | 100 | - | - | - | - |
| Crivello | 30 | 80 – 100 | - | - | - | - |
| Crivello | 25 | 70 – 95 | 100 | 100 | - | - |
| Crivello | 15 | 45 – 70 | 65 - 85 | 90 – 100 | 100 | - |
| Crivello | 10 | 35 – 60 | 55 – 75 | 70 – 90 | 70 – 90 | 100 |
| Crivello | 5 | 25 – 50 | 35 – 55 | 40 – 55 | 40 – 60 | 45 – 65 |
| Setaccio | 2 | 20 – 35 | 25 – 38 | 25 – 38 | 25 – 38 | 28 – 45 |
| Setaccio | 0,4 | 6 – 20 | 10 – 20 | 11 – 20 | 11 – 20 | 13 – 25 |
| Setaccio | 0.18 | 4 – 14 | 5 – 15 | 8 – 15 | 8 – 15 | 8 – 15 |
| Setaccio | 0,075 | 4 – 8 | 4 - 8 | 6 - 10 | 6 - 10 | 6 – 10 |
| % di bitume | | 4,0 ÷ 5,5 | 4,5 ÷ 6,0 | 5,2 ÷ 6,2 | 5,5 ÷ 6,5 | 5,7 ÷ 6,7 |

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 5 cm, il fuso B per spessori di 3 – 5 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico (EN 12697) o con il tradizionale metodo Marshall (B.U. del C.N.R. n°30)

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate in tabella 25.1.8 ed in tabella 25.1.9.

Tabella 25.1.8

| METODO VOLUMETRICO | <i>Strato pavimentazione</i> | | | |
|---|------------------------------|--------------|---------------|--------------|
| Condizioni di prova | <i>Unità di misura</i> | <i>Base</i> | <i>Binder</i> | <i>Usura</i> |
| Angolo di rotazione | | 1,25° ± 0,02 | | |
| Velocità di rotazione | Rotazioni/min | 30 | | |
| Pressione verticale | kPa | 600 | | |
| Diametro del provino | mm | 150 | | |
| <i>Requisiti di accettabilità</i> | | | | |
| Vuoti a 10 rotazioni | % | 10 ÷ 14 | 10 ÷ 14 | 10 ÷ 14 |
| Vuoti a 100 rotazioni | % | 3 ÷ 5 | 3 ÷ 5 | 4 ÷ 6 |
| Vuoti a 180 rotazioni | % | > 2 | > 2 | > 2 |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C (*) | N/mm ² | | | 0,6÷0,9 |
| Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (*) | N/mm ² | | | >50 |
| Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua | % | ≤ 25 | ≤ 25 | ≤ 25 |
| (*) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria | | | | |

Tabella 25.1.9

| METODO MARSHALL | <i>Strato pavimentazione</i> | | | |
|--|------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| <i>Condizioni di prova</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Base</i> | <i>Binder</i> | <i>Usura</i> |
| <i>Costipamento</i> | 75 colpi x faccia | | | |
| <i>Requisiti di accettabilità</i> | | | | |
| Stabilità Marshall | kN | > 8 | > 10 | > 12 |
| Rigidezza Marshall | kN/mm | 2,5 ÷ 6,5 | 3 ÷ 6,5 | 3,5 ÷ 5,5 |
| Vuoti residui | % | 4 ÷ 8 | 4 ÷ 7 | 3 ÷ 6 |
| Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua a 20°C | % | ≤ 25 | ≤ 25 | ≤ 25 |
| Resistenza a trazione indiretta a 25 °C | N/mm ² | | | 0,7÷ 1 |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C | N/mm ² | | | > 70 |

25.1.2 – Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Stazione Appaltante e, di conseguenza, alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione: l'ubicazione dell'impianto, la

² Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

qualifica degli inerti e degli altri materiali, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di $\pm 6\%$ per lo strato di base e di $\pm 4\%$ per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino (passante al crivello UNI n°5) contenuti in $\pm 3\%$; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in $\pm 2\%$.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,3$.

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

È facoltà della Direzione Lavori richiedere un campione di conglomerato bituminoso (Base, Binder o Tappeto), quindici giorni prima dell'inizio dei lavori, in modo da affidare ad un laboratorio di suo gradimento il controllo delle miscele proposte e la conformità alle prescrizioni del capitolato.

25.1.3 – Confezionamento delle miscele

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

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, in relazione anche alle condizioni di contenuto d'acqua dei materiali nei cumuli, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea ri-classificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata e documentata. 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.

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

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

L'umidità del conglomerato da riciclare prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 6%.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,3% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 200°C e quella del legante tra 150°C e 180°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato (Bitume 50/70 normale o modificato "soft").

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati, i cui certificati di taratura dovranno essere presentati su richiesta alla D. L. .

25.1.4 – Preparazione delle superfici di stesa

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

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

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate in tabella 25.1.10, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a $1,0 \text{ kg/m}^2$.

Tabella

25.1.10

| <i>Requisiti di accettabilità</i> | <i>Normativa</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Cationica 55%</i> |
|-----------------------------------|-------------------|------------------------|----------------------|
| Polarità | CNR 99/84 | | positiva |
| Contenuto di acqua % peso | CNR 101/84 | % | 45 ± 2 |
| Contenuto di bitume+flussante | CNR 100/84 | % | 55 ± 2 |
| Flussante (%) | CNR 100/84 | % | 1-6 |
| Viscosità Engler a 20 °C | CNR 102/84 | °E | 2-6 |
| Sedimentazione a 5 g | CNR 124/88 | % | < 5 |
| <i>Residuo bituminoso</i> | | | |
| Penetrazione a 25 °C | CNR 24/71-EN 1426 | dmm | 180-200 |
| Punto di rammollimento | CNR 35/73-EN1427 | °C | 30 ± 5 |

Per **mano d'attacco** si intende una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia. Le caratteristiche ed il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in tabella 25.1.11, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a $0,30 \text{ kg/m}^2$.

Tabella 25.1.11

| <i>Requisiti di accettabilità</i> | <i>Normativa</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Cationica 60%</i> | <i>Cationica 65%</i> |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Polarità | CNR 99/84 | | Positiva | positiva |
| Contenuto di acqua % peso | CNR 101/84 | % | 40 ± 2 | 35 ± 2 |

| | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|-----|-------|-------|
| Contenuto di bitume + flussante | CNR 100/84 | % | 60±2 | 65±2 |
| Flussante (%) | CNR 100/84 | % | 1-4 | 1-4 |
| Viscosità Engler a 20 °C | CNR 102/84 | °E | 5-10 | 15-20 |
| Sedimentazione a 5 g | CNR 124/88 | % | < 8 | < 8 |
| <i>Residuo bituminoso</i> | | | | |
| Penetrazione a 25 °C | CNR 24/71- EN 1426 | dmm | < 100 | < 100 |
| Punto di rammollimento | CNR 35/73- EN1427 | °C | > 40 | > 40 |

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente è suggerito, l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in tabella 25.1.12, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

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

Tabella

25.1.12

| <i>Requisiti di accettabilità</i> | <i>Normativa</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Modificata 70%</i> |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Polarità | CNR 99/84 | | Positiva |
| Contenuto di acqua % peso | CNR 101/84 | % | 30±1 |
| Contenuto di bitume+flussante | CNR 100/84 | % | 70±1 |
| Flussante (%) | CNR 100/84 | % | 0 |
| Viscosità Engler a 20 °C | CNR 102/84 | °E | > 20 |
| Sedimentazione a 5 g | CNR 124/88 | % | < 5 |
| <i>Residuo bituminoso</i> | | | |
| Penetrazione a 25 °C | CNR 24/71- EN 1426 | dmm | 50-70 |
| Punto di rammollimento | CNR 35/73- EN1427 | °C | > 65 |

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati rispettivamente nella tabella 25.1.11e nella tabella 25.1.12.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre campioni dei prodotti che intende utilizzare per un controllo presso un Laboratorio di gradimento della Stazione Appaltante.

25.1.5 – Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza, dotate di automatismi di autolivellamento e di dispositivo di controllo della temperatura al banco.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente.

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

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

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

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

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C per i conglomerati impastati con bitume 50/70 normale e non inferiore a 160°C con conglomerati impastati con bitumi modificati "soft".

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

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

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

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati del peso di 16 ÷ 30 t.

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

Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t unitamente al rullo gommato.

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

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m² di bitume residuo.

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

25.1.6 - Campo prove

È facoltà della Direzione Lavori richiedere, prima dell'inizio di ogni lavorazione, la predisposizione di un **campo prove** affinché le parti possano verificare la qualità dei materiali prodotti e della loro posa e resa in opera.

Il campo prove deve essere ultimato almeno 15 giorni prima dell'effettivo inizio di ogni lavorazione, in modo da consentire ai tecnici dell'Impresa, alla Direzione Lavori ed ai Laboratori di cantiere e a quello di riferimento della Stazione Appaltante, i controlli di idoneità rispetto alle prescrizioni del Capitolato.

L'Impresa dovrà eseguire il campo prove in un'area esterna all'area di progetto che dovrà essere accuratamente predisposta in modo da consentire la più completa attinenza alle reali condizioni operative. Al termine dei controlli, se positivi, l'impresa potrà procedere con i lavori nell'area di progetto ed i dati raccolti e opportunamente sintetizzati in una relazione tecnica rilasciata dai laboratori, saranno utilizzati come riferimento per i controlli qualità in corso d'opera.

25.1.7 – Controlli

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

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella 25.1.14.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dalla Stazione Appaltante, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Controlli su campioni rimaneggiati

Sul conglomerato bituminoso prelevato dalla vibrofinitrice (campione rimaneggiato) si valutano le caratteristiche meccaniche definite mediante opportuni parametri. I valori di tali grandezze sono determinati su provini confezionati in laboratorio e dovranno soddisfare i requisiti riportati nelle tabelle 25.1.7, 25.1.8 e 25.1.9.

Lo spessore dello strato e/o degli strati viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,0% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Per carenze superiori al 25% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Controlli in situ

I controlli in situ verranno attuati mediante l'esecuzione di carotaggi continui con carotieri D = 150 mm, effettuati prelevando due campioni per ogni postazione; una carota destinata alla determinazione in laboratorio del contenuto di bitume (B.U. CNR 38/73) e della massa volumica degli inerti (B.U. CNR 63/78) dello strato e/o degli strati, ed una carota destinata alla determinazione della massa volumica apparente dello strato e/o degli strati (B.U. CNR 40/73), per poter misurare in laboratorio la porosità o percentuale dei vuoti dei conglomerati bituminosi in opera (B.U. CNR 39/73).

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate in tabella 25.1.13.

Tabella 25.1.13

| Requisiti di accettabilità | Base | Binder | Usura | | |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | A | B | C |
| Porosità (%vuoti residui) | ≤ 9 | ≤ 8 | ≤ 7 | ≤ 7 | ≤ 7 |
| % di bitume | 4,0 – 5,5 | 4,5 – 6,0 | 5,2 – 6,2 | 5,5 – 6,5 | 5,7 – 6,7 |

Per il tappeto di usura il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0,60. In alternativa si può determinare la resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (CNR 105/85) che deve fornire valori di BPN (British Portable Number) maggiori o uguali a 60.

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, o mediante apparecchiature a rilievo continuo⁵, deve essere superiore o uguale a 0,4 mm.

La verifica della regolarità del profilo longitudinale della superficie (International Roughness Index - IRI) misurata con apparecchiatura ad alto rendimento ARAN o APL dovrà risultare inferiore a 1,3 mm/m, calcolata per tutta la lunghezza della tratta pavimentata.

Le misure di CAT (o BPN), HS e IRI devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico, per ogni corsia. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 250 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Tabella 25.1.14

| Controllo dei materiali e verifica prestazionale | | | | |
|--|------------------|---------------------|--|-----------------------|
| Strato | Tipo di campine | Ubicazione prelievo | Requenza prove | Requisiti richiesti |
| Base, Binder, Usura | Bitume | Cisterna | Settimanale oppure ogni 2.500 m ³ di stesa | Riferimento Tabella 1 |
| Base, Binder, Usura | Aggregato grosso | Impianto | Quindicinale oppure ogni 5.000 m ³ di stesa | Riferimento Tabella 2 |
| Base, Binder, Usura | Aggregato fino | Impianto | Quindicinale oppure ogni 5.000 m ³ di stesa | Riferimento Tabella 3 |
| Base, Binder, Usura | Filler | Impianto | Quindicinale oppure ogni 5.000 m ³ di stesa | Riferimento Tabella 4 |

⁵ Mini texture meter (WDM - TRRL), SUMMS, ecc.

| | | | | |
|---------------------|--------------------------|----------------|---|--|
| Base, Binder, Usura | Conglomerato sfuso | Vibrofinitrice | Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa | % di bitume, Marshall completo o pressa giratoria |
| Base, Binder, Usura | Carote x spessori | Pavimentazione | Ogni 200 m di fascia di stesa | Spessore previsto in progetto |
| Base, Binder, Usura | Carote x densità in sito | Pavimentazione | Ogni 500 m di fascia di stesa | Vuoti residui |
| Usura | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia di stesa | CAT ≥ 0,60(media su 50m) BPN ≥ 60 (ogni 100 m.) |
| Usura | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia di stesa | HS ≥ 0,24 mm (media su 50 m) |
| Usura | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia di stesa | IRI ≤ 1,3 mm/m |

25.1.8 – Penalità

Nel caso in cui i lavori previsti dal presente Capitolato, allegato ai singoli progetti esecutivi e contratti d'Appalto non vengano eseguiti in ottemperanza ai requisiti di accettabilità richiesti, la Direzione Lavori effettuerà **detrazioni** sull'importo relativo alle quantità contestate in funzione della minore quantità o peggiore qualità relative ai materiali impiegati ed alla posa in opera.

Nei casi più gravi imporrà all'Impresa la **rimozione** ed il **rifacimento integrale** del componente strutturale della pavimentazione contestata senza oneri aggiuntivi per la Stazione Appaltante. Le penalità inerenti le deficienze riscontrate nell'esecuzione lavori e le relative sanzioni pecuniarie sono state, per eventuali valori eccedenti il campo di accettabilità dei materiali e dei conglomerati bituminosi per ogni strato, così articolate:

- Percentuale di bitume: per ogni 0,1% in massa, riferito alla massa dell'impasto bituminoso, in meno o in più rispetto ai valori prescritti, verrà applicata una detrazione pari all' 1% del prezzo di Elenco Prezzi.
- Percentuale dei vuoti: il rispetto dei requisiti di accettabilità previsti per le percentuali dei vuoti residui degli strati di base bitumata (tout venant), di collegamento (binder) e di usura saranno particolarmente controllati dalla Direzione Lavori per le conseguenze negative sulla durevolezza della pavimentazione dovute a componenti strutturali bituminosi troppo porosi:
 - per i valori dei vuoti residui in opera, misurati mediante carotaggio e determinazione in laboratorio (B.U. del C.N.R. n°39) negli **strati di base** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:
 - 1% per percentuali comprese tra 9,1 e 10,0 %
 - 5% per percentuali comprese tra 10,1 e 11,0 %
 - 10% per percentuali comprese tra 11,1 e 12,0 %
 - 15% per percentuali comprese tra 12,1 e 13,0 %
 - 25% per percentuali comprese tra 13,1 e 14,0 %
 Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con oltre il 14% di vuoti residui.
 - Per gli **strati di binder** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:
 - 1% per percentuali comprese tra 8,1 e 9,0 %
 - 5% per percentuali comprese tra 9,1 e 10,0 %
 - 10% per percentuali comprese tra 10,1 e 11,0 %

15% per percentuali comprese tra 11,1 e 12,0 %

25% per percentuali comprese tra 12,1 e 13,0 %

Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con oltre il 13% di vuoti residui.

- Per gli **strati di tappeto** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:

2% per percentuali comprese tra 7,1 e 8,0 %

5% per percentuali comprese tra 8,1 e 9,0 %

10% per percentuali comprese tra 9,1 e 10,0 %

15% per percentuali comprese tra 10,1 e 11,0 %

30 % per percentuali comprese tra 11,1 e 12,0 %

Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con oltre il 12% di vuoti residui.

Penalità derivanti dall'impiego, per la preparazione degli impasti, di materiale ricavato dalla fresatura di vecchie pavimentazioni bituminose o per eccessivo riscaldamento del bitume in fase di confezione all'impianto di preconfezionamento a caldo.

Per valutare un indurimento anomalo del legante bituminoso si ricorrerà alla determinazione della penetrazione (CNR 24/71) sui bitumi estratti, in conformità al B.U. del CNR n°133, da conglomerati bituminosi per strati di base, binder e usura. Considerando i due tipi di bitume indicati nella tabella 3.1 del presente Capitolato, vengono definiti valori accettabili delle penetrazioni determinate su bitumi estratti con il metodo Abson sui campioni di conglomerato bituminoso prelevati durante la posa in opera (certificati entro 3 mesi), che dovranno risultare corrispondenti ai valori riportati nella tabella 3.6.

Pertanto:

- Per ogni decimo di mm del valore della penetrazione, riscontrata sul bitume estratto, inferiore ai requisiti di accettabilità riportati nella tabella 3.6, verrà operata una **detrazione** pari allo 0,5% del prezzo riportato nell'Elenco Prezzi per il materiale contestato.

Aderenza e sicurezza

Per tener conto di quanto prescritto dall'art.10 e Allegato "C" della convenzione ATIVA/ANAS in ordine al coefficiente di Qualità, l'Impresa, che ha l'obbligo di garantire la sicurezza agli utenti del nuovo piano viabile, dovrà assicurare il raggiungimento dei valori di soglia per la rugosità (CAT, BPN e HS) e per la regolarità (IRI) della superficie delle pavimentazioni entro tre mesi dall'apertura al traffico del nuovo manto di usura.

Pertanto:

- se il valore del CAT (o BPN) risulta inferiore a 0,60 (60) ma superiore a 0,50 (50) verrà applicata una **detrazione** pari al 20% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- se il valore risulta inferiore a 0,50 (50) ma superiore a 0,40 (40) verrà applicata una **detrazione** pari al 50% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- se il valore risulta inferiore a 0,40 (40) l'Impresa procederà gratuitamente all'**asportazione** completa, mediante fresatura, dello strato di usura, ed alla formazione di un nuovo strato che ottemperi alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

E se:

- il valore dell'IRI risulta superiore a 1,3 ma inferiore a 2,0 verrà applicata una detrazione pari al 10% del prezzo dell'Elenco Prezzi;

- il valore dell'IRI risulta superiore a 2,0 ma inferiore a 2,5 verrà applicata una detrazione pari al 20% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- il valore dell'IRI risulta superiore a 2,5 l'Impresa procederà gratuitamente all'asportazione completa, mediante fresatura, dello strato di usura, ed alla formazione di un nuovo strato che ottemperi alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

25.2 - Conglomerati Bituminosi a granulometria aperta (drenanti), semi aperta (grenu), discontinua (splittmastix) per tappeti di usura

Nel presente articolo sono trattati i conglomerati bituminosi a caldo cosiddetti di nuova generazione impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali.

Si tratta di conglomerati che, grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di pervenire a prestazioni di livello superiore in termini di durabilità, stabilità e sicurezza.

In questo capitolo vengono trattati i tappeti drenanti a granulometria aperta, i tappeti a granulometria semiaperta (grenu) e i tappeti a granulometria discontinua che in Europa vengono contraddistinti dal termine tedesco "splittmastix". Per tutti questi manti, ed in particolare per i drenanti, l'elevato contributo fornito alla sicurezza suggerisce una progressiva maggiore applicazione sia nel caso di pavimentazioni di nuove strade, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

I tappeti di **usura drenanti** sono manti dotati di elevata rugosità superficiale, drenanti e fonoassorbenti, in grado di fornire una buona aderenza anche in caso di pioggia e di abbattere il rumore di rotolamento.

I **grenu semiaperti** a caldo sono manti di spessore ridotto, caratterizzati da una elevata rugosità superficiale, parzialmente drenanti e fonoassorbenti.

Gli **splittmastix** sono conglomerati chiusi, ad alto contenuto di pietrischetti, graniglie e di legante, in grado di fornire rugosità superficiale, stabilità, resistenza alle deformazioni e all'ormaiamento.

25.2.1 – Materiali costituenti e loro qualificazione

Bitume

I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Per i **conglomerati bituminosi drenanti** il bitume deve essere del tipo B con le caratteristiche indicate nella tabella 25.2.1.1.

Per i **grenu semiaperti** a caldo, a seconda del tipo di strada, del traffico e della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo A oppure del tipo B con le caratteristiche indicate nella tabella 25.2.1.

Per gli **splittmastix**, a seconda del tipo di strada, del traffico e della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo del tipo A o del tipo B con le caratteristiche indicate nella tabella 25.2.1.

Tabella 25.2.1

| Bitume | | | Modificato | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|------------|------------|
| Parametro | Normativa | unità di misura | A soft | B hard |
| Penetrazione a 25°C | EN1426, CNR24/71 | dmm | 50-70 | 50/70 |
| Punto di rammollimento | EN1427, CNR35/73 | °C | ≥ 60 | ≥ 65 |
| Indice di penetrazione | UNI 4443 | | da 0 a +2 | da +2 a +5 |
| Punto di rottura (Fraass) | EN 12593-CNR43/74 | °C | ≤ -12 | ≤ -15 |

| | | | | |
|---|------------------|------|------------|------------|
| Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$ | PrEN 13072-2 | Pa•s | $\leq 0,4$ | $\leq 0,6$ |
| Esame microscopico in fluorescenza | Pr EN | - | foto | foto |
| Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min | EN 13398 | % | ≥ 75 | ≥ 75 |
| Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di Rammollimento | EN13399 | °C | ≤ 5 | $\leq 0,5$ |
| Valori dopo RTFOT | EN12607-1 | | | |
| Volatilità | CNR54/77 | % | $\leq 0,8$ | $\leq 0,8$ |
| Penetrazione residua a 25°C | EN1426, CNR24/71 | % | ≥ 60 | ≥ 60 |
| Incremento del punto di Rammollimento | EN1427, CNR35/73 | °C | ≤ 5 | ≤ 5 |

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal Produttore e controllata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP. che sia accettato dalla Direzione Lavori.

Additivi

Gli additivi sono prodotti che, aggiunti agli aggregati o ai leganti bituminosi, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli **attivanti d'adesione**, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 25.2.1.2, 25.2.1.6, 25.2.1.7. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica – ASTM D2327-74).

Le **fibre stabilizzanti**, costituite da microfibre di cellulosa oppure di vetro, acriliche, ecc., nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

L'Impresa deve, qualora la Stazione Appaltante e la Direzione Lavori richiedano l'utilizzo di fibre stabilizzanti, dichiarare la tipologia delle fibre che intende impiegare e sottoporre relativa scheda tecnica, comprovante le prestazioni e la funzionalità del prodotto, per gli indispensabili controlli.

Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati per manti di usura speciali.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n°5), degli aggregati fini (passanti al crivello UNI n°5) e del filler che può essere in parte naturale, proveniente dalla frazione fina, o di additivazione con prodotti commerciali.

L'**aggregato grosso** deve essere costituito da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee o da litotipi naturali d'origine alluvionale o fluviale frantumati¹. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 25.2.2.

Tabella 25.2.2 - AGGREGATO GROSSO

| Trattenuto al crivello UNI n. 5 | | | |
|--|------------------|------------------------|---------------|
| Requisiti di accettabilità | | | |
| <i>Parametro</i> | <i>Normativa</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Valore</i> |
| Los Angeles | CNR 34/73 | % | ≤ 20 |
| Micro Deval umida | CNR 109/85 | % | ≤ 15 |
| Quantità di frantumato | - | % | 100 |
| Dimensione max | CNR 23/71 | mm | 20 |
| Sensibilità al gelo | CNR 80/80 | % | ≤ 30 |
| Spogliamento | CNR 138/92 | % | 0 |
| Passante allo 0,075 | CNR 75/80 | % | ≤ 1 |
| Indice appiattimento | CNR 95/84 | % | ≤ 20 |
| Porosità | CNR 65/78 | % | ≤ 1,5 |
| Coefficiente di Levigatezza Accelerata (CLA) | CNR 140/92 | % | ≥ 42 |

L'**aggregato fino** deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 25.2.3.

Il trattenuto al setaccio 2 mm deve provenire da rocce aventi un valore di CLA ≥ 42.

Tabella 25.2.3 - AGGREGATO FINO

| Passante al crivello UNI n. 5 | | | |
|-------------------------------|------------------|------------------------|---------------|
| Requisiti di accettabilità | | | |
| <i>Parametro</i> | <i>Normativa</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Valore</i> |
| Equivalente in sabbia | CNR 27/72 | % | ≥ 80 |
| Passante allo 0,075 | CNR 75/80 | % | ≤ 5 |
| Quantità di frantumato | CNR 109/85 | % | 100 |

¹ Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 10% di superficie arrotondata.

Il **filler**, frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi di usura speciali deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella 25.2.4.

Tabella 25.2.4 - **FILLER**

| Requisiti di accettabilità | | | |
|---|------------------|------------------------|---------------|
| <i>Parametro</i> | <i>Normativa</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Valore</i> |
| Spogliamento | CNR 138/92 | % | ≤ 5 |
| Passante allo 0,18 | CNR 23/71 | % | 100 |
| Passante allo 0,075 | CNR 75/80 | % | ≥ 80 |
| Indice Plasticità | CNR-UNI 10014 | | N.P. |
| Vuoti Ridgen | CNR 123/88 | % | 30-45 |
| Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5 | CNR 122/88 | ΔPA | ≥ 5 |

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP. e accettato dalla Direzione Lavori.

In merito alla **direttiva 89/106/CEE e s.m.i.** ed al **D.M. 11/04/2007** dal 4 Maggio 2007 è **obbligatoria la Marcatura CE** per materiali [...] per l'impiego [...] nella costruzione di strade, secondo la norma **UNI EN 13043**.

Miscele

Le miscele degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi a granulometria aperta (Drenanti) devono avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in tabella 25.2.5.1.

La miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre stabilizzanti preferibilmente cellulosa in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto alla massa degli aggregati + filler.

La percentuale di legante bituminoso, riferita alla massa degli aggregati + filler, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella 25.2.5.1. In base alla norma **UNI EN 13108 -7** ed all'**allegato ZA** è richiesta, dal 01 Marzo 2008, la Marcatura CE delle miscele di conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti

Tabella 25.2.5.1

| Serie crivelli e setacci UNI | | Tappeto Usura Drenante | | |
|---------------------------------|------|------------------------|----------|----------|
| | | A | B | C |
| Crivello | 20 | 100 | 100 | 100 |
| Crivello | 15 | 80 – 100 | 90 – 100 | 100 |
| Crivello | 10 | 15 – 35 | 35 – 50 | 85 – 100 |
| Crivello | 5 | 5 – 20 | 10 – 25 | 5 – 20 |
| Setaccio | 2 | 0 – 12 | 0 – 12 | 0 – 12 |
| Setaccio | 0,4 | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 10 |
| Setaccio | 0,18 | 0 – 8 | 0 – 8 | 0 – 8 |

| | | | | |
|-------------|-----------|---------|-------|-------|
| Setaccio | 0,075 | 0 – 6 | 0 – 6 | 0 – 6 |
| % di bitume | 4,5 ÷ 6,0 | | | |
| Drenabilità | Ottima | Elevata | Buona | |

Il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 5 cm, il fuso B per spessori di 3 – 5 cm e il fuso C per microtappeti con spessore inferiore a 3 cm.

La quantità di bitume modificato deve essere determinata mediante lo studio di formulazioni con metodo volumetrico (EN 12697) o, in alternativa, con il tradizionale metodo Marshall (B.U. del C.N.R. n°30)

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi drenanti sono riportate nella tabella 25.2.6.1 e nella tabella 25.2.7.1.

Tabella 25.2.6.1

| METODO VOLUMETRICO | | |
|---|------------------------|---------------|
| <i>Condizioni di prova</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Valori</i> |
| Angolo di rotazione | | 1,25° ± 0,02 |
| Velocità di rotazione | rotazioni/min | 30 |
| Pressione verticale | Kpa | 600 |
| Diametro del provino | mm | 150 |
| <i>Risultati richiesti</i> | | |
| Vuoti a 10 rotazioni | % | ≥ 25 |
| Vuoti a 100 rotazioni | % | ≥ 22 |
| Vuoti a 180 rotazioni | % | ≥ 18 |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C (*) | N/mm ² | 0,15 – 0,25 |
| Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (*) | N/mm ² | > 10 |
| Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua | % | ≤ 25 |
| (*) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria | | |

Tabella 25.2.7.1

| METODO MARSHALL | | |
|---------------------|-------------------|--------|
| Condizioni di prova | Unità di misura | Valori |
| Costipamento | 50 colpi x faccia | |
| Risultati richiesti | | |
| Stabilità Marshall | KN | > 6 |
| Rigidezza Marshall | KN/mm | > 2,5 |

2 Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

| | | |
|---|-------------------|-------------|
| Vuoti residui | % | > 18 |
| Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua | % | > 25 |
| Resistenza a trazione indiretta a 25 °C | N/mm ² | 0,35 – 0,55 |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C | N/mm ² | > 30 |

Le masse volumiche e le percentuali di vuoti residui devono essere determinate considerando il volume geometrico dei provini.

Le miscele degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi a **granulometria semiaperta (Grenu)** devono avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in tabella 25.2.5.2.

La percentuale di legante bituminoso, riferita alla massa degli aggregati + filler, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella 25.2.5.2.

Tabella 25.2.5.2

| Serie crivelli e setacci UNI | | %Passanti |
|------------------------------|-------|-----------|
| Crivello | 15 | 100 |
| Crivello | 10 | 90 -100 |
| Crivello | 5 | 20 -30 |
| Setaccio | 2 | 15 -25 |
| Setaccio | 0,4 | 8 -16 |
| Setaccio | 0.18 | 6 -12 |
| Setaccio | 0.075 | 5 -10 |
| Percentuale di bitume | | 5,0 – 6,0 |

La quantità di bitume modificato deve essere determinata mediante lo studio di formulazioni con metodo volumetrico (pressa giratoria) o, in alternativa, con il tradizionale metodo Marshall (B.U. del C.N.R. n°30)

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi granulometria semiaperta (grenu) sono riportate nella tabella 25.2.6.2 e nella tabella 25.2.7.2.

Tabella 25.2.6.2

| METODO VOLUMETRICO | | |
|--|-------------------|--------------|
| Condizioni di prova | Unità di misura | Valori |
| Angolo di rotazione | | 1,25° ± 0,02 |
| Velocità di rotazione | rotazioni/min | 30 |
| Pressione verticale | Kpa | 600 |
| Diametro del provino | mm | 150 |
| <i>Risultati richiesti</i> | | |
| Vuoti a 10 rotazioni | % | 18 - 22 |
| Vuoti a 50 rotazioni | % | 10 - 14 |
| Vuoti a 130 rotazioni | % | ≥ 8 |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C (*) | N/mm ² | 0,3 - 0,5 |

| | | |
|---|-------------------|------|
| Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (*) | N/mm ² | > 25 |
| Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua | % | ≤ 25 |
| (*) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria | | |

Tabella 25.2.7.2

| METODO MARSHALL | | |
|---|-------------------|-------------|
| Condizioni di prova | Unità di misura | Valori |
| Costipamento | 75 colpi x faccia | |
| Risultati richiesti | | |
| Stabilità Marshall | KN | >10 |
| Rigidezza Marshall | KN/mm | 3,0 – 5,5 |
| Vuoti residui (*) | % | 6 – 12 |
| Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua | % | > 25 |
| Resistenza a trazione indiretta a 25 °C | N/mm ² | 0,50 – 1,10 |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C | N/mm ² | > 45 |

Le masse volumiche e le percentuali di vuoti residui devono essere determinate in conformità alle norme B.U. del CNR n°39 e n°40, utilizzando la massa volumica dei granuli, della miscela di inerti, determinata in conformità alla norma B.U. del CNR n°63.

Le miscele degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi a **granulometria discontinua (Splittmastix)** devono, considerando lo spessore dello strato, rispettare le curve limite dei fusi riportati in tabella 25.2.5.3.

La percentuale di legante bituminoso, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella 25.2.5.3. In base alla norma **UNI EN 13108 -5** ed all'**allegato ZA** è richiesta, dal 01 Marzo 2008, la Marcatura CE delle miscele di conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso

Tabella 25.2.5.3

| Serie crivelli e setacci UNI | | Tipo 0/12 | Tipo 0/8 | Tipo 0/5 |
|------------------------------|------|-----------|----------|----------|
| Crivello | 25 | 100 | | |
| Crivello | 15 | 90 – 100 | 100 | |
| Crivello | 10 | 50 – 75 | 90 – 100 | 100 |
| Crivello | 5 | 25 – 45 | 25 – 45 | 90 – 100 |
| Crivello | 2 | 20 – 30 | 20 – 30 | 30 – 40 |
| Setaccio | 0,4 | 12 – 22 | 10 – 20 | 15 – 28 |
| Setaccio | 0,18 | 9 – 18 | 9 – 18 | 10 – 20 |

² Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

| | | | | |
|-----------------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| Setaccio | 0,075 | 8 – 13 | 8 – 13 | 8 – 13 |
| Percentuale di bitume | | 6,5 – 7,5 | 6,5 – 7,5 | 7,0 – 8,0 |

La miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre stabilizzanti in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto alla massa degli aggregati.

La quantità di bitume modificato deve essere determinata mediante lo studio di formulazioni con metodo volumetrico (EN 12697) o, in alternativa, con il tradizionale metodo Marshall (B.U. del C.N.R. n°30).

Le caratteristiche richieste per gli splittmastix sono riportate nella tabella 25.2.6.3 e nella tabella 25.2.7.3.

Tabella 25.2.6.3

| METODO VOLUMETRICO | | |
|---|------------------------|---------------|
| <i>Condizioni di prova</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Valori</i> |
| Angolo di rotazione | | 1.25° ± 0.02 |
| Velocità di rotazione | rotazioni/min | 30 |
| Pressione verticale | Kpa | 600 |
| Diametro del provino | mm | 150 |
| <i>Risultati richiesti</i> | | |
| Vuoti a 10 rotazioni | % | 8 – 12 |
| Vuoti a 100 rotazioni | % | 2 – 4 |
| Vuoti a 180 rotazioni | % | ≥ 2 |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C (*) | N/mm ² | 0,5 - 0,9 |
| Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (*) | N/mm ² | > 45 |
| Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua | % | ≤ 15 |
| (*) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria | | |

Tabella 25.2.7.3

| METODO MARSHALL | | |
|---|-------------------|--------------|
| Condizioni di prova | Unità di misura | Valori |
| Costipamento | 75 colpi x faccia | |
| Risultati richiesti | | |
| Stabilità Marshall | KN | > 9 |
| Rigidezza Marshall | KN/mm | 1,5 – 3,5 |
| Vuoti residui | % | 2 – 4 |
| Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua | % | ≤ 15 |
| Resistenza a trazione indiretta a 25 °C | N/mm ² | 0, 60 – 1,10 |

2 Coefficiente di trazione indiretta

$CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

| | | |
|--|-------------------|------|
| Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C | N/mm ² | > 40 |
|--|-------------------|------|

25.2.2 – Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Stazione Appaltante e, di conseguenza, alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,3$.

I controlli verranno effettuati dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto, per queste ultime, della quantità teorica del bitume di ancoraggio. È facoltà della Direzione Lavori richiedere un campione di conglomerato bituminoso, quindici giorni prima dell'inizio dei lavori, in modo da affidare ad un laboratorio di suo gradimento il controllo delle miscele proposte e la conformità alle prescrizioni del capitolato.

25.2.3 – Confezionamento delle miscele

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

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

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.

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

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

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,3% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 200°C e quella del legante tra 160°C e 180°C, in rapporto al tipo di legante bituminoso impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati, i cui certificati di taratura dovranno essere presentati su richiesta alla D. L. .

25.2.4 - Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del tappeto **Drenante** o del **Grenu** semiaperto a caldo è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio e l'impermeabilizzazione dello strato sottostante.

La mano d'attacco può essere realizzata con emulsione di bitume modificato, spruzzata con apposita spanditrice automatica in modo che il bitume residuo risulti pari a 1,50 Kg/m² per i tappeti drenanti e per i grenu semiaperti a caldo.

Per il manto di usura di tipo **Splittmastix** la mano d'attacco ha solo lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante. Anche in questo caso può essere impiegata emulsione di bitume modificato, in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/m².

Sulla mano d'attacco impermeabilizzante per i manti drenanti e grenu, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve seguire immediatamente la granigliatura con aggregati di pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato.

L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati in tabella 25.2.8.

Tabella 25.2.8

| <i>Requisiti di accettabilità</i> | <i>Normativa</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Modificata 70%</i> |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|-----------------------|
| Contenuto di acqua | CNR 101/84 | % | 30±1 |
| Contenuto di legante | CNR 100/84 | % | 70±1 |
| Contenuto di bitume | CNR 100/84 | % | > 69 |
| Contenuto flussante | CNR 100/84 | % | 0 |
| Demulsività | ASTM D244 | | 50-100 |
| Omogeneità | ASTM D244 | % | < 0,2 |
| Viscosità Engler a 20 °C | CNR 102/84 | °E | > 20 |
| Sedimentazione a 5 g | CNR 124/88 | % | < 5 |
| <i>Residuo bituminoso</i> | | | |
| Penetrazione a 25 °C | CNR 24/71 | dmm | 50-70 |
| Punto di rammollimento | CNR 35/73 | °C | > 65 |
| Punto di rottura (Frass) | CNR43/74 | °C | ≤ - 15 |

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

25.2.5 - Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi per tappeti di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 5–10 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

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

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

Temperatura

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 150°C con conglomerati impastati con bitumi modificati tipo *soft*, e 180°C impastati con bitumi modificati *hard*.

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

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t (10 t per i grembi semiaperti a caldo) talora affiancato da un rullo gommato di peso massimo di 16 t.

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

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

25.2.6 – Campo prove

È facoltà della Direzione Lavori richiedere, prima dell'inizio di ogni lavorazione, la predisposizione di un campo prove affinché le parti possano verificare la qualità dei materiali prodotti e della loro posa e resa in opera.

Il campo prove deve essere ultimato almeno 15 giorni prima dell'effettivo inizio di ogni lavorazione, in modo da consentire ai tecnici dell'Impresa, alla Direzione Lavori ed ai Laboratori di cantiere e a quello di riferimento della Stazione Appaltante, i controlli di idoneità rispetto alle prescrizioni del Capitolato.

L'Impresa deve eseguire il campo prove in un'area esterna all'area di progetto che deve essere accuratamente predisposta in modo da consentire la più completa attinenza alle reali condizioni operative. Al termine dei controlli, se positivi, l'Impresa può procedere con i lavori nell'area di progetto ed i dati raccolti e opportunamente sintetizzati in una relazione tecnica rilasciata dai laboratori, saranno utilizzati come riferimento per i controlli qualità in corso d'opera.

25.2.7 – Controlli

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

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella 25.2.10.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP., l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Controlli su campioni rimaneggiati

Sul conglomerato bituminoso prelevato dalla vibrofinitrice (campione rimaneggiato) si valutano le caratteristiche meccaniche definite mediante opportuni parametri. I valori di tali grandezze sono determinati su provini confezionati in laboratorio e dovranno soddisfare i requisiti riportati nelle tabelle di riferimento riportate in precedenza.

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

Le stesse misure possono essere precedute da un rilevamento in continuo con apparecchiature georadar.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,0% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Per carenze superiori al 25% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Controlli in situ

I controlli in situ devono essere attuati mediante l'esecuzione di carotaggi continui con carotieri D = 150 mm, effettuati prelevando due campioni per ogni postazione; una carota destinata alla determinazione in laboratorio del contenuto di bitume (B.U. CNR 38/73) e della massa volumica degli inerti (B.U. CNR 63/78) dello strato, ed una carota destinata alla determinazione della massa volumica apparente dello strato (B.U. CNR 40/73), per poter misurare in laboratorio la porosità o percentuale dei vuoti dei conglomerati bituminosi in opera (B.U. CNR 39/73), nel caso delle tipologie Grenu e Splittmastix.

I valori delle masse volumiche delle carote non devono essere inferiori al 98% dei valori delle masse volumiche determinate con metodo Marshall, nelle formulazioni prescelte dalla D.L.

Il **Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT)** misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare $\geq 0,55$ per il tappeto di usura Drenante, $\geq 0,60$ per il Grenu, $\geq 0,65$ per lo Splittmastix. In alternativa si può determinare la resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (CNR 105/85) che deve fornire valori di BPN (British Portable Number) ≥ 55 per il tappeto di usura Drenante, ≥ 60 per il Grenu, ≥ 65 per lo Splittmastix.

L'**altezza di sabbia (HS)**, determinata secondo la metodologia CNR 94/83, o mediante apparecchiature a rilievo continuo, deve essere $\geq 0,8$ per il tappeto di usura drenante, $\geq 0,6$ per il grenu semiaperto, $\geq 0,5$ per lo splittmastix.

Le misure di CAT e HS devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, per ogni corsia, con un "passo di misura" di 10 m. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "mini texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote.

Qualora il valore medio di CAT o HS, per ciascuna tratta omogenea (tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale") o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con "mini texture meter"), sia inferiore ai valori prescritti, il manto di usura speciale (di qualsiasi tipo) viene penalizzato del 15% del suo costo.

La **verifica della regolarità del profilo longitudinale della superficie** (International Roughness Index - IRI) misurata con apparecchiatura ad alto rendimento ARAN o APL dovrà risultare inferiore a 1,3 mm/m, calcolata per tutta la lunghezza della tratta pavimentata.

Le misure di CAT (o BPN), HS e IRI devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico, per ogni corsia. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 250 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Permeabilità

La capacità drenante media, per il tappeto di usura drenante, eseguita in sito ogni 250 m sfalsando di volta in volta la corsia e misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 cm², deve essere: ≥ 12 dm³/min per il fuso A, ≥ 8 dm³/min per il fuso B e per il fuso C; per il tappeto di usura grenu: ≥ 5 dm³/min.

Le misure possono essere fatta anche con apparecchi ad alto rendimento; in tal caso i valori devono essere riportati a quelli rilevati con il permeabilmetro.

Se non si raggiunge il valore di capacità drenante previsto viene applicata una riduzione del 10% (dieci per cento) del prezzo, comprensivo della mano d'attacco.

Fono-assorbenza

Per il tappeto di usura drenante viene inoltre determinata la fono-assorbenza applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote prelevate dopo il 15 giorno della stesa del conglomerato.

Il coefficiente di fono-assorbenza (α) in condizioni di incidenza normale deve risultare:

| Tabella 25.2.9 | |
|-------------------|---|
| Frequenza (Hz) | Coefficiente di fono-assorbenza (α) |
| 630 | $\alpha \geq 0,03$ |
| 800 | $\alpha \geq 0,20$ |
| 1000 | $\alpha \geq 0,35$ |
| 1600 | $\alpha \geq 0,20$ |
| 2000 | $\alpha \geq 0,20$ |

Il controllo può essere fatto anche mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso³, eseguiti sempre dopo il 15 giorno dalla stesa del conglomerato.

Per ogni valore di α non raggiunto viene applicata una penale del 2% (due per cento).

Tabella 25.2.10

³, eseguiti sempre dopo il 15 giorno dalla stesa del conglomerato.³ veicolo RIMA o equivalenti

| Controllo dei materiali e verifica prestazionale | | | | |
|--|---------------------------------|---------------------|---|---|
| STRATO | TIPO DI CAMPIONE | UBICAZIONE PRELIEVO | FREQUENZA PROVE | REQUISITI RICHIESTI |
| Drenante Grenu Splittmastix | Bitume | Cisterna | Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa | Riferimento Tabella 36.2.1 |
| Drenante Microtappeto Splittmastix | Aggregato grosso | Impianto | Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa | Riferimento Tabella 36.2.2 |
| Drenante Grenu Splittmastix | Aggregato fino | Impianto | Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa | Riferimento Tabella 36.2.3 |
| Drenante Grenu Splittmastix | Filler | Impianto | Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa | Riferimento Tabella 36.2.4 |
| Drenante Grenu Splittmastix | Conglomerato sfuso | Vibrofinitrice | Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa | Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela |
| Drenante Grenu Splittmastix | Carote per misurazione spessori | Pavimentazione | Ogni 100 m di fascia di stesa | Spessore previsto in progetto |
| Drenante Grenu Splittmastix | Carote per densità in sito | Pavimentazione | Ogni 500 m di fascia di stesa | 98% del valore risultante dallo studio della miscela |
| Drenante | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia stesa | CAT ≥ 0,55(media su 50 m) BPN ≥ 55 (ogni 50 m) |
| Grenu | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia stesa | CAT ≥ 0,60 (media su 50 m) BPN ≥ 60 (ogni 50 m) |
| Splittmastix | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia stesa | CAT ≥ 0,65(media su 50m) BPN ≥ 65 (ogni 50 m) |
| Drenante | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia stesa | HS ≥ 8 mm (media su 50 m) |
| Grenu | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia stesa | HS ≥ 6 mm (media su 50 m) |
| Splittmastix | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia di stesa | HS ≥ 5 mm (media su 50 m) |
| Drenante | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 250 m di fascia di stesa | Capacità drenante ≥ 12 dm ³ /min (A) e ≥ 8 dm ³ /min. (B e C) |

| | | | | |
|----------|----------------------------|----------------|-------------------------------|---|
| Grenu | Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 250 m di fascia di stesa | Capacità drenante $\geq 5 \text{ dm}^3/\text{min.}$ |
| Drenante | Carote per fono-assorbenza | Pavimentazione | Ogni 250 m di fascia stesa | Riferimento Tabella 36.2.9 |

25.2.8 – Penalità

Nel caso in cui i lavori previsti dal presente Capitolato, allegato ai singoli progetti esecutivi e contratti d'Appalto non vengano eseguiti in ottemperanza ai requisiti di accettabilità richiesti, la Direzione Lavori effettuerà **detrazioni** sull'importo relativo alle quantità contestate in funzione della minore quantità o peggiore qualità relative ai materiali impiegati ed alla posa in opera.

Nei casi più gravi imporrà all'Impresa la **rimozione** ed il **rifacimento integrale** del componente strutturale della pavimentazione contestata senza oneri aggiuntivi per la Stazione Appaltante. Le penalità inerenti le deficienze riscontrate nell'esecuzione lavori e le relative sanzioni pecuniarie sono state, per eventuali valori eccedenti il campo di accettabilità dei materiali e dei conglomerati bituminosi per ogni strato, così articolate:

- Percentuale di bitume: per ogni 0,1% in massa, riferito alla massa dell'impasto bituminoso, in meno o in più rispetto ai valori prescritti, verrà applicata una detrazione pari all'1% del prezzo di Elenco Prezzi.
- Percentuale dei vuoti: il rispetto dei requisiti di accettabilità previsti per le percentuali dei vuoti residui degli strati di usura a granulometria aperta (Drenante), di usura a granulometria semiaperta (Grenu) e di usura a granulometria discontinua (Splittmastix) saranno particolarmente controllati dalla Direzione Lavori per le conseguenze negative sulla durezza della pavimentazione dovute a componenti strutturali bituminosi troppo porosi:
 - per i valori dei vuoti residui in opera, misurati mediante carotaggio e determinazione in laboratorio (B.U. del C.N.R. n°39) negli **strati di usura drenante** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:
 - 1% per percentuali comprese tra 17,9 e 17,0 %
 - 5% per percentuali comprese tra 16,9 e 16,0 %
 - 10% per percentuali comprese tra 15,9 e 15,0 %
 - 15% per percentuali comprese tra 14,9 e 14,0 %
 - 25% per percentuali comprese tra 13,9 e 13,0 %
 Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con vuoti residui inferiori al 13% .
 - Per gli **strati di usura grenu** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:
 - 1% per percentuali comprese tra 12,1 e 13,0 %
 - 5% per percentuali comprese tra 13,1 e 14,0 %
 - 10% per percentuali comprese tra 14,1 e 15,0 %
 - 5% per percentuali comprese tra 5,9 e 5,0 %
 - 15% per percentuali comprese tra 4,9 e 4,0 %
 Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con vuoti residui inferiori al 4% e superiori al 15% .
 - Per gli **strati di usura splittmastix** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:
 - 1% per percentuali comprese tra 4,1 e 5,0 %
 - 5% per percentuali comprese tra 5,1 e 6,0 %
 - 10% per percentuali comprese tra 6,1 e 7,0 %

15% per percentuali comprese tra 7,1 e 8,0 %

30 % per percentuali comprese tra 8,1 e 9,0 %

Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con oltre il 9% di vuoti residui.

Penalità derivanti dall'eccessivo riscaldamento del bitume in fase di confezione all'impianto di preconfezionamento a caldo.

Per valutare un indurimento anomalo del legante bituminoso si ricorrerà alla determinazione della penetrazione (CNR 24/71) sui bitumi estratti, in conformità al B.U. del CNR n°133, da conglomerati bituminosi per strati di usura tipo: drenante, grenu e splittmastix. Considerando i due tipi di bitume indicati nel paragrafo 25.2.1 del presente Capitolato, vengono definiti valori accettabili delle penetrazioni determinate su bitumi estratti con il metodo Abson sui campioni di conglomerato bituminoso prelevati durante la posa in opera (certificati entro 3 mesi), che dovranno risultare corrispondenti ai valori riportati nella tabella 25.2.1.

Pertanto:

- Per ogni decimo di mm del valore della penetrazione, riscontrata sul bitume estratto, inferiore ai requisiti di accettabilità riportati nella tabella 25.2.1, verrà operata una **detrazione** pari allo 0,5% del prezzo riportato nell'Elenco Prezzi per il materiale contestato.

Aderenza e sicurezza

Per tener conto di quanto prescritto dall'art.10 e Allegato "C" della convenzione ATIVA/ANAS in ordine al coefficiente di Qualità, l'Impresa, che ha l'obbligo di garantire la sicurezza agli utenti del nuovo piano viabile, dovrà assicurare il raggiungimento dei valori di soglia per la rugosità (CAT, BPN e HS) e per la regolarità (IRI) della superficie delle pavimentazioni entro tre mesi dall'apertura al traffico del nuovo manto di usura.

Pertanto:

- se il valore del CAT (o BPN) risulta inferiore a:
Drenante: 0,55 (55) ma superiore a 0,50 (50)
Grenu: 0,60(60) ma superiore a 0,50 (50)
Splittmastix: 0,65 (65) ma superiore a 0,58 (58)
verrà applicata una **detrazione** pari al 10% del prezzo dell'Elenco Prezzi;

- se il valore risulta inferiore a:
Drenante: 0,50 (50) ma superiore a 0,40 (40)
Grenu: 0,50(50) ma superiore a 0,40 (40)
Splittmastix: 0,58 (58) ma superiore a 0,45 (45)
verrà applicata una **detrazione** pari al 20% del prezzo dell'Elenco Prezzi;

- se il valore risulta inferiore a:
Drenante: 0,40 (40)
Grenu: 0,40(40)
Splittmastix: 0,45 (45)

l'Impresa procederà gratuitamente all'**asportazione** completa, mediante fresatura, dello strato di usura, ed alla formazione di un nuovo strato che ottemperi alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

E se:

- il valore dell'IRI risulta superiore a 1,3 ma inferiore a 2,0 verrà applicata una **detrazione** pari al 10% del prezzo dell'Elenco Prezzi;

- il valore dell'IRI risulta superiore a 2,0 ma inferiore a 2,5 verrà applicata una **detrazione** pari al 20% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- il valore dell'IRI risulta superiore a 2,5 l'Impresa procederà gratuitamente all'**asportazione** completa, mediante fresatura, dello strato di usura, ed alla formazione di un nuovo strato che ottemperi alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

Art. 27 - Tubazioni, pozzetti, canalette, mantellate, cunette e fossi di guardia, cordonature, manufatti

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature; di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

27.1 - Tubazioni

27.1.1 - Generalità

Le tubazioni per esalazioni, scariche e fognature saranno poste in opera:

a - per scarichi verticali:

incassate nelle murature o in vista ancorate alle strutture portanti mediante collari e/o staffe murate, saldate o imbullonate, compreso le opere murarie per l'apertura e chiusura di tracce, la realizzazione di eventuali fori per l'attraversamento di solai, l'inghisaggio di staffe, ecc.;

b - per scarichi sub-orizzontali:

sottopavimento: compreso le eventuali opere murarie per l'attraversamento di pareti o per incasso parziale nel solaio e per il raccordo allo scarico verticale;

interrate: la profondità di posa dei tubi dovrà essere almeno 0,80 m riferita alla generatrice superiore, se non diversamente indicata in progetto, ed in ogni caso sarà stabilita in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e sarà poi rinfiato e ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15 cm o rivestito in calcestruzzo, come da indicazioni di progetto.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dallo scavo stesso costipato per strati.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima della chiusura delle tracce o del rinterro.

27.1.2 - Tubi di P.V.C. rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato, con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo 303 serie pesante secondo norme UNI 7447/87. Sarà interrata in un cavo delle dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto sarà rinfiata con conglomerato cementizio, del tipo di fondazione con classe di resistenza $\geq 20/25$ MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli, a cura e spese dell'Impresa, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inadatti.

I tubi in PVC, per scarichi verticali o esalazioni sono: rigido di tipo 302, secondo norme UNI 7443/85, con giunzioni a bicchiere sigillate a collante.

27.1.3 - Tubi di polietilene

Ad alta densità P.E.a.d., per pressione massima di esercizio di 0,4 MPa (PN 4), opportunamente stabilizzati per resistere all'invecchiamento, aventi caratteristiche conformi alle Norme UNI 7054, UNI 7613, UNI 7615, UNI 7616, per scarichi e fognature, compresi raccordi e pezzi speciali e gli oneri della formazione dei giunti che potranno essere saldati, incollati, a serraggio meccanico o flangiati. Tubi, raccordi e pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici) che ne garantisce la rispondenza alle norme UNI.

L'accatastamento dei tubi in P.E.a.d. deve essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari su superfici che non presentino irregolarità tali da provocare deformazioni dei tubi nel tempo; l'accatastamento non deve superare l'altezza di 2 m.

La profondità di posa dei tubi in P.E.a.d. dovrà essere almeno di 0,80 m riferita alla generatrice superiore ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione Lavori, in funzione dei carichi dovuti alla circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e sarà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale, per uno spessore non inferiore a 15 cm.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello stesso scavo, costipato per strati.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima del rinterro.

Le giunzioni delle tubazioni in P.E.a.d. saranno eseguite secondo le modalità che seguono.

27.1.3.1 - Giunzioni per saldatura

Dovranno essere sempre eseguite da personale qualificato, con apparecchiature idonee ed in ambiente atmosferico tranquillo.

27.1.3.2 - Saldature testa a testa

Usate nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

Per una perfetta saldatura il P.E.a.d. richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento $473\text{ K} \pm 10\text{ K}$;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra.

27.1.3.3 - Giunzioni elettrosaldabili

Eseguite riscaldando elettricamente il bicchiere in P.E.a.d. nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; tali giunzioni sono consigliabili quando si devono unire due estremità di tubo che non possano essere rimosse dalla loro posizione.

27.1.3.4 - Giunzioni mediante serraggio meccanico

Possono essere utilizzate mediante i seguenti sistemi:

- **Giunti metallici.**

Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti GIBAULT) e quindi necessitano di una boccola interna.

Nel caso che il graffaggio sia effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.

- **Raccordi di materia plastica.**

Sono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione è effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo.

27.1.3.5 - Giunzioni per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in P.E.a.d..

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa.

Le flange saranno quindi collegate con bulloni o tiranti in acciaio inox di lunghezza appropriata.

A collegamento avvenuto flange e bulloni saranno convenientemente protetti contro la corrosione.

27.1.3.6 - Collegamento fra tubi in P.E.a.d. e tubazioni di altro materiale

Il collegamento fra tubi in P.E.a.d. in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (grès, acciaio zincato, cemento, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico a mezzo flange o con collari a saldare predisposti su tubo.

In questi casi, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento avverrà entro pozzetto di ispezione.

Nella realizzazione delle giunzioni dovrà essere garantita la perfetta tenuta non solo al momento della posa, ma anche con le massime sollecitazioni ipotizzabili (assestamenti, variazioni termiche, passaggio d'automezzi pesanti ecc.).

27.1.3.7 - Tubi in polietilene flessibili, in rotoli od in barre per il passaggio di cavi in genere

Dovranno essere corrugati all'esterno e lisci all'interno, provvisti di sondino tirafilo metallico; i diametri saranno quelli previsti in progetto.

Le caratteristiche tecniche degli elementi in rotolo, dovranno essere le seguenti:

- resistenza all'urto con temperatura fino a 248 K: NFC 68-171;
- resistenza alla foratura con temperatura fino a 258 K: NFC 68-171;
- resistenza allo schiacciamento inferiore al 10% del diametro per 750 N di carico esercitato per dieci minuti: NFC 68-171;
- la flessibilità dovrà consentire l'esecuzione di curve con raggio pari a 15 volte il diametro del tubo.

I tubi saranno provvisti di manicotti di giunzione di appropriato diametro.

Gli elementi in barre, oltre ad avere le caratteristiche della tubazione in rotoli, dovranno rispettare le seguenti ulteriori caratteristiche:

- in assenza di giunto:
 - . resistenza alla sconnessione superiore a 50 N: NFC 68-171;
- in presenza di giunto a tenuta stagna:
 - . resistenza alla pressione interna ≥ 5 MPa: NFC 68-171;
 - . resistenza alla sconnessione ≥ 100 N: NFC 68-171.

Gli elementi di giunzione saranno a bicchiere, suriniettati, traslucidi ed al fine di garantire la tenuta stagna del giunto, saranno dotati di guarnizione.

Le tubazioni, sia in barre che in rotoli, prima del ripristino del materiale scavato, saranno coperte da uno strato di protezione in conglomerato cementizio di tipo III avente classe di resistenza ≥ 25 MPa per uno spessore minimo di 10 cm.

Per il passaggio dei cavi dell'energia elettrica e/o telefonia, il tubo dovrà inoltre rispondere alle normative CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4, di colore blu (RAL 5002).

27.2 - Pozzetti, chiusini, griglie

27.2.3 - Chiusini e griglie

Completi di telaio, a chiusura battentata, saranno posti in opera su pozzetti e/o canalette o ancorati agli stessi. Possono essere in:

- calcestruzzo avente classe di resistenza $\geq 25/30$ MPa, armato con rete elettrosaldata di diametro e maglia adeguati; il telaio, nello stesso materiale, sarà allettato con malta cementizia;
- ghisa, di tipo carrabile; il telaio, nello stesso materiale, sarà ancorato al cordolo di sommità;
- manufatti in ferro profilato e/o lamiera in ferro striata, zincati a caldo o sabbiati e verniciati a tre mani con ciclo "D".

Saranno conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto.

27.3 - Canalette

- ad embrici

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza $\geq 20/25$ MPa, in elementi di 50/40x50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm. Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato. La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

- **per scambi di carreggiata**

Canaletta carrabile per la raccolta delle acque superficiali in corrispondenza degli scambi di carreggiata in curva, di sezione interna 20x35 cm, realizzata in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato avente classe di resistenza $\geq 25/30$ MPa, con fondo, pareti e copertura dello spessore di 10 cm; la copertura munita di feritoie longitudinali di larghezza 5 cm; il tutto come da disegno di progetto.

Si procederà preliminarmente alla demolizione della sovrastruttura, allo scavo, alla realizzazione della platea di fondazione in conglomerato cementizio di tipo III avente classe di resistenza $\geq 20/25$ MPa e spessore di 10 cm, alla sigillatura dei giunti con malta reoplastica premiscelata antiritiro.

La copertura dovrà essere conforme a quanto riportato precedentemente.

27.4 - Rivestimento per cunette e fossi di guardia

- **in elementi prefabbricati in c.a.v.**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza $\geq 25/30$ MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo Fe B 38k, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 Kg/m².

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

27.5 - Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza $\geq 25/30$ MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Saranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente classe di resistenza $\geq 20/25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m³ di cemento che sarà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

27.7 - Canalette prefabbricate con griglie in ghisa

Canaletta prefabbricata in calcestruzzo di poliestere, di dimensioni interne non inferiore a 20 cm di larghezza e 10 cm di altezza, con superficie interna liscia, resistente agli oli ed ai grassi, completa di griglia a fessure in ghisa, con classe C 250, fissata alla canaletta mediante viti e barrette.

Data in opera completa di:

- platea in conglomerato cementizio avente classe di resistenza $\geq 15/20$ MPa, di spessore non inferiore a 10 cm;
- rinfillo di almeno 20 cm di spessore, opportunamente vibrato, in conglomerato cementizio avente $R_{ck} \geq 20$ MPa;
- testate di chiusura;
- raccordo alla rete di smaltimento acque.

Art. 30 - Barriere di sicurezza

30.1 - Premesse

I progetti e le relative esecuzioni devono attenersi rigorosamente a quanto prescritto:

- dal Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici n. 223 del 18 febbraio 1992 recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- dal decreto ministeriale 15 ottobre 1996, con il quale sono state aggiornate le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- dal decreto ministeriale 3 giugno 1998, con il quale sono state nuovamente aggiornate le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- dal decreto ministeriale 11 giugno 1999, con il quale sono state integrate e modificate alcune disposizioni di carattere amministrativo del decreto 3 giugno 1998 ed apportati alcuni aggiornamenti tecnici a talune disposizioni delle allegate istruzioni;
- dal decreto ministeriale 2 agosto 2001, con il quale è stato modificato il termine di due anni previsto dall'art.3 del decreto 11 giugno 1999 per l'acquisto dell'efficacia operativa delle istruzioni tecniche allegate al decreto 3 giugno 1998, con quello di un anno dalla pubblicazione del medesimo decreto 2 agosto 2001;
- dal decreto ministeriale 23 dicembre 2002, n.3639, con il quale è stato ulteriormente modificato il termine annuale previsto dal citato decreto 2 agosto 2001, con quello di un anno dalla pubblicazione del medesimo decreto 23 dicembre 2002;
- dalla direttiva n.89/106/CEE, e successive modificazioni, relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione; vista la norma UNI EN 1317, parte 1, del maggio 2000, inerente "Terminologia e criteri generali per i metodi di prova" per le barriere di sicurezza stradale;
- dalla norma UNI EN 1317, parte 2, dell'aprile 1998, inerente "Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza";
- dalla norma UNI EN 1317, parte 3, del gennaio 2002, inerente "Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulle prove di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto;
- dalla norma UNI EN 1317, parte 4, del maggio 2003, inerente "Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";
- dal decreto n. 2367 del 21 giugno 2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".

Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" allegate al Decreto sopracitato e aggiornate periodicamente ai sensi dell'art. 8 del medesimo Decreto.

Le protezioni dovranno essere realizzate secondo quanto previsto dal progetto e con dispositivi che abbiano conseguito il Certificato d'Omologazione rilasciato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti – Direzione Generale della Motorizzazione e della Sicurezza del Trasporto Terrestre.

In attesa che le disposizioni del D.M. n. 223/92 e s.m.i. acquistino efficacia operativa per tutte le tipologie di dispositivi di sicurezza, per le tipologie per le quali non siano state ancora emanate le circolari previste dall'art. 9 del suddetto decreto ministeriale, potranno essere utilizzati dispositivi omologati ovvero per i quali dovranno essere presentati adeguati rapporti di crash test rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo le

norme ISO EN 17025 che certifichino la rispondenza dei dispositivi stessi alle norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4.

Gli interventi compreso quelli relativi alle barriere amovibili, nonostante la mobilità del sistema, avranno le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato, in particolare per le barriere metalliche, dovrà essere esclusivamente di nuova produzione.

Ai fini della produzione ed accettazione, tutti i dispositivi di sicurezza, omologati o meno, secondo quanto previsto dal DM n. 223/92 e s.m.i. e delle relative "Istruzioni Tecniche", dovranno essere costruiti da produttori dotati di un sistema di controllo della produzione in fabbrica certificato ai sensi delle norme della serie ISO EN 9000:2000, con specifico riferimento alla produzione di barriere.

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione.

All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio. Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto.

Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore. Una volta conseguita l'armonizzazione della norma EN 1317 e divenuta obbligatoria la marcatura CE, le informazioni da apporre sul contrassegno saranno quelle previste nella stessa norma EN 1317, parte 5.

I dispositivi di sicurezza dovranno essere posati in opera nel rispetto di quanto previsto nel certificato di omologazione, nella documentazione di progetto depositato ai fini dell'ottenimento dell'omologazione, nella documentazione delle prove di crash e nel manuale per l'utilizzo e l'installazione fornito dalla Ditta intestataria del certificato stesso.

Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili). Altre variazioni di maggior entità e comunque limitate esclusivamente alle modalità di ancoraggio del dispositivo di supporto sono possibili solo se previste in progetto, come riportato nell'art.6.

Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del Direttore Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

30.2 – Documentazione richiesta

Per quanto riguarda le barriere di sicurezza, prima dell'inizio dei relativi lavori, l'appaltatore dovrà trasmettere alla direzione lavori, tra l'altro, la seguente documentazione:

- Marcatura CE e Dichiarazione di prestazione del prodotto (DOP);

- rapporti di crash test secondo la norma UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4 rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo la norma ISO EN 17025 ovvero Certificato di omologazione ai sensi del D.M. 21 giugno 2004, o copia conforme, rilasciato dal Ministero della Infrastrutture - Dipartimento per le Infrastrutture Statali, l'Edilizia e la Regolazione dei Lavori Pubblici - Direzione Generale per le Strade ed Autostrade;
- Manuale di montaggio;
- Dichiarazione di conformità della fornitura;
- Prove di laboratorio che certifichino le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati e corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto;
- Scheda tecnica dell'ancorante chimico (per le barriere da installare su cordoli in cls);
- Certificazione del sistema di qualità aziendale della ditta produttrice delle barriere di sicurezza, conforme alle norme della serie EN ISO 9001 e 9002 (la ditta produttrice deve essere certificata);
- Relazioni e dettagli costruttivi di tutti i raccordi previsti in progetto tra barriere da installare, compresi i raccordi con le barriere preesistenti, firmati dal produttore

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore.

Al termine dei lavori di installazione dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte del Responsabile tecnico della ditta installatrice e del direttore dei lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

Ai fini del collaudo, ai sensi dell'articolo 79, comma 17, D.P.R. 207/2010, applicabile sino alla emanazione delle linee guida previste dall'art. 83 comma 2 del medesimo decreto legislativo, l'Appaltatore dovrà presentare la certificazione del produttore attestante il corretto montaggio e la corretta installazione delle barriere.

30.3 - Barriere metalliche

30.3.1 - Accettazione dei materiali

I produttori dei dispositivi omologati devono essere specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme UNI EN ISO 9001.

I materiali componenti i suddetti dispositivi omologati dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione e dovranno essere realizzati con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriere con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dall'Appaltatore e controfirmata dal Direttore Tecnico della Ditta Produttrice a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata, a seconda dei casi, alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro. L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, inoltre, anche dalle norme descritte nei successivi articoli.

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, oltre a quanto stabilito nelle premesse, anche dalle norme descritte nei successivi articoli.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

30.3.2 - Qualità dei materiali

1) Caratteristiche dell'acciaio.

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), o di qualità UNI EN 10025 - S235 (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'Impresa dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla fonderia di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante del fornitore.

2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito:

Lamiere o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,05$ mm;

Lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,10$ mm;

Lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,15$ mm.

3) Unioni bullonate.

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740.

4) Unioni saldate.

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011/88.

In particolare l'Impresa, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

5) Zincatura.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme UNI EN ISO 1461/99.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

6) Caratteristiche della rete e dei fili metallici.

La rete, utilizzata a complemento dei parapetti metallici, sarà realizzata con fili d'acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm², mentre i fili di legatura saranno in acciaio dolce sempre del tipo UNI 3598/54.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante) delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 gr/m².

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso la percentuale d'alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

30.3.3 - Modalità d'esecuzione

a) Barriere per banchine centrali e laterali

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada entro il margine della pavimentazione stradale.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimite, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori.

Saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un catadiottro, quelli da porre in destra al senso di marcia, da due catadiottri sovrapposti quelli da porre in sinistra. I suddetti saranno applicati alle barriere mediante sistemi a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.

Per la viabilità ordinaria saranno invece utilizzati quelli di tipo bifacciale bianco/rosso con caratteristiche simili ai precedenti.

I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.

Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm, senza riconoscere all'Impresa alcun compenso.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui fino ad un massimo di sei, l'Impresa è tenuta a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri d'ancoraggio da adottare.

Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d'adequate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'Impresa è tenuta a chiedere agli Enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori, le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.

In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Impresa restando la Società sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'Impresa le eventuali riprese d'allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità d'installazione da parte dell'Impresa, controfirmata dal Direttore Tecnico dell'eventuale Impresa Installatrice che garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo qualità ed altro.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'Impresa.

Le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Stazione appaltante e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portato a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa.

Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti d'autostrada senza protezione.

b) Barriere per opere d'arte

La posa in opera delle barriere sulle opere d'arte sarà effettuata mediante montanti con piastra, inghisati per mezzo di contropiastra di base o per mezzo di tirafondi nel cordolo di calcestruzzo.

In caso di presenza di traffico l'Impresa dovrà adottare tutti i sistemi e le precauzioni per evitare sia interruzioni nel transito dei veicoli che la caduta d'oggetti e materiali.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, ai lavori di smontaggio dovranno seguire, nel tempo strettamente necessario, i lavori d'installazione in modo da non lasciare parti di parapetto prive di protezione.

I fori d'alloggio dei nuovi montanti dovranno essere eseguiti con carotatrice idraulica e quindi riempiti con betoncino reoplastico.

Il fissaggio della rete di protezione dovrà essere fatto con particolare cura affinché aderisca ai montanti ed ai correnti in modo uniforme ed essere ben tesata evitando la formazione d'ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.

Le eventuali giunzioni tra due teli di rete dovranno avvenire possibilmente in corrispondenza dei montanti, sovrapponendo almeno due maglie e ripiegando a gancio tutti i fili orizzontali di entrambi i teli.

I bordi terminali della rete dovranno essere ripiegati sui montanti d'estremità ad evitare che i fili presentino pericolo d'agganciamento.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Stazione appaltante e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portati a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa.

30.3.4 - Prove - penali

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti la barriera di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme EN UNI 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica tarata a 10 kg•m.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992. In particolare sarà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze d'anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Inoltre sarà effettuata una verifica in sito o in laboratorio che prevede il controllo mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI 8387/84, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI 7679/77.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 metri d'impianto. Per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere. In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Per i varchi amovibili, sarà eseguito un prelievo ogni dieci varchi, con un minimo di uno.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno inviate presso un laboratorio indicato dalla Direzione Lavori.

Per irregolarità relative alla qualità, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

2) Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco.
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco.
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Per quanto concerne la rete relativa alle barriere per opere d'arte, essa sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile d'acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S.

I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità d'ossidazione aderente e/o permanente.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto; per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere.

In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate, a cura e spese dell'Impresa, al "Laboratorio Autostrade".

Per irregolarità relative alla qualità e spessori della zincatura, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

3) Penali per irregolarità d'esecuzione

Per quanto concerne il montaggio, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti conformemente a quando indicato nel progetto e nelle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

30.4 - Barriere prefabbricate a profilo New Jersey

La posa e rimozione di barriere prefabbricate a profilo "New Jersey" del tipo monofilare "provvisorie", occorrenti per deviazioni del traffico e/o delimitazione del cantiere, comprende il carico, trasporto e scarico degli elementi dal deposito al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio delle piastre di collegamento e quant'altro occorre.

Gli elementi prefabbricati "definitivi" in conglomerato cementizio armato a profilo "New Jersey" saranno installati nello spartitraffico centrale e sui cordoli laterali del viadotto.

Nello spartitraffico saranno installati elementi di tipo "monofilare" rinforzati in testa con barra dywidag: altezza 1 m, larghezza alla base 62 cm, larghezza in testa 13,6 cm, lunghezza standard 6,20 m; che saranno poggiati direttamente sul piano stradale collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio zincato al piede ed in testa con un manicotto per le barre.

Eventuali elementi di chiusura avranno lunghezze diverse, così come saranno installati di forma diversa in corrispondenza dei varchi di scambio-carreggiata.

Nei cordoli laterali del viadotto saranno posizionati elementi "da viadotto" predisposti d'ancoraggi per il corrimano di tipo strutturale: altezza 1 m, larghezza alla base 50 cm, larghezza in testa 24 cm, lunghezza nominale 3 e 6 m (lunghezza effettiva 2,98 e 5,98 m); che saranno ancorati ai cordoli con tiranti ed in testa muniti di una barra dywidag con manicotto. Eventuali elementi di chiusura potranno avere lunghezze diverse, fermo restando il passo degli ancoraggi alla base.

Nelle zone d'approccio (lato d'approccio riferito al senso di marcia) saranno sistemati elementi New Jersey fino al termine dell'eventuale muro andatore (se allineato al cordolo del viadotto), diversamente saranno posti almeno quattro elementi da 6 m.

Nelle zone in prolungamento dell'opera d'arte stessa saranno posti almeno due elementi da 6 m.

Questi elementi saranno ancorati su cordoli in conglomerato cementizio, di tipo II con $R_{ck} \geq 30$ MPa ed armati con acciaio Fe B 44k, allineati ai cordoli del viadotto.

30.4.1 - Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche di resistenza e comportamento previste, sono riferite a manufatti prefabbricati e quindi, per la loro accettazione così come per i controlli di qualità da eseguire, vale quanto precisato dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

La fornitura degli elementi dovrà avvenire da parte di Ditta produttrice di primaria importanza.

A tal fine, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, per approvazione, la seguente documentazione delle capacità tecniche del fornitore:

- elenco delle principali forniture effettuate nel corso degli ultimi tre anni, indicando il rispettivo importo, la data e il destinatario;
- descrizione dell'attrezzatura tecnica.

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

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

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

30.4.2 - Materiali

30.4.2.1 - Conglomerato cementizio

Dovrà essere del tipo I, quindi rispondere alle specifiche tecniche riportate nelle presenti Norme. La resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio (R_{ck}), sarà ≥ 45 MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm. Qualora sia richiesta la fornitura di barriere New Jersey realizzate in conglomerato cementizio leggero strutturale si dovranno seguire, per il confezionamento del suddetto conglomerato, i medesimi principi di quello ordinario, utilizzando argilla espansa strutturale tipo T6, con resistenza del granulo allo schiacciamento non inferiore a 70 kg/cm² (UNI 7549-VII); il conglomerato cementizio leggero dovrà avere una resistenza caratteristica $R_{ck} \geq 40$ MPa ed una massa volumica non superiore a quanto riportato negli elaborati progettuali. Tutti i materiali necessari per il suo confezionamento dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti vigenti in materia.

30.4.2.2 - Acciaio

L'armatura del conglomerato cementizio sarà in acciaio tipo Fe B 44k e barre a filettatura continua tipo "dywidag".

Le piastre d'ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a norma ASTM A 123, protetta su ciascuna faccia da uno strato di zincatura non inferiore a 43 μm pari a 300 g/m².

Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio.

Il manicotto di collegamento delle barre dywidag sarà realizzato in acciaio PR8035MnPb10 a norma UNI 10233/3-93; dovrà essere a forma esagonale e composto di due pezzi collegati tramite un filetto maschio sinistrorso.

Il manicotto dovrà essere protetto con processo di teflatura di spessore minimo 30 μm in tutte le sue parti (compresa la filettatura).

30.4.3 - Posa in opera

Le modalità di posa in opera saranno concordate con la Direzione Lavori, alla quale l'Impresa sottoporrà il progetto operativo.

30.4.3.1 - Barriera spartitraffico "monofilare"

Gli elementi costituenti, la barriera "monofilare" situata nello spartitraffico saranno posti direttamente sul piano viabile curando l'allineamento planimetrico ed altimetrico, utilizzando per questo dei compensatori di quota con zeppe o quadrotti in policloroprene a durezza elevata.

Successivamente si procederà al collegamento degli elementi con le piastre zincate, alla base, ed in testa con manicotto in acciaio per dare continuità alle barre dywidag.

Il manicotto sarà protetto con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricoperto con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli

agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d'ideale sistema di chiusura, e tale da sembrare un tubo.

All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

30.4.3.2 - Barriera laterale parapetto

La posa degli elementi "da viadotto" costituenti la barriera laterale parapetto sarà indicativamente la seguente, iniziando i lavori dalla fine del viadotto rispetto alla direzione del traffico:

- predisposizione nel cordolo dei fori, avendo cura che il loro centro sia, dal bordo interno del cordolo (camera d'espansione), alle distanze prefissate;
- posizionamento longitudinale sul cordolo di due strisce di gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, come guarnizioni di tenuta all'acqua; lungo il lato interno, la striscia dovrà avere fori predisposti in corrispondenza delle camere d'espansione;
- posizionamento della barriera New Jersey con opportuni spessoramenti compensatori di quota con zeppe o quadrotti: in policloroprene a durezza elevata, al fine di aver un buon allineamento dei parapetti;
- collegamento degli elementi New Jersey tra di loro serrando il manicotto con le barre dywidag longitudinali. A tal fine l'Impresa dovrà colorare gli ultimi 7 cm della barra dywidag lato femmina con vernice rossa per consentire, in qualsiasi momento, il controllo del montaggio. Le misure potranno avere una tolleranza di ± 1 cm.
- perforazione, attraverso le scatole al piede della barriera, di un foro con corona diamantata delle caratteristiche come da progetto;
- realizzazione del sottosquadro (camera conica che consente l'espansione delle alette del tirante) con lo strumento alesatore applicato alla carotatrice; l'esecuzione corretta della alesatura terminerà quando la boccia andrà a contatto con la rondella del fermo.
L'ampiezza del sottosquadro, misurabile con idoneo strumento a "compasso", dovrà essere come da indicazioni progettuali;
- posizionamento della guarnizione di tenuta all'acqua, in materiale di gomma espansa EPDM E75-2 a cellule chiuse di colore nero, tonda e con foro per il passaggio del tirante, attaccandola in corrispondenza del foro d'ancoraggio dei tiranti; detta guarnizione sarà pressata dalla rondella del tirante;
- l'introduzione del tirante, verificando che i segmenti per l'ancoraggio siano appoggiati al sottosquadro;
- spruzzo sulla testa del tirante di uno spray lubrificante a base di Bisolfuro Molibdeno per ridurre gli attriti del bullone;
- serraggio del dado con chiave dinamometrica, applicando un momento torcente pari a 180 Nm per garantire l'espansione; oppure, tramite apposito martinetto, procedere all'espansione del tirante quindi serrare il dado;
- bloccaggio del dado con un ulteriore dado autobloccante zincato a caldo di classe 8 provvisto internamente d'anello in plastica;
- chiusura della tasca, situata alla base della barriera New Jersey, con apposito tappo in polipropilene con copolimeri di colore grigio (RAL n.7032) resistente ai raggi ultravioletti e incollato con idoneo adesivo;
- installazione del montante e del corrimano strutturale, posizionando i manicotti di collegamento dopo il montante, rispetto al senso di marcia;
- protezione del manicotto realizzata con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricopertura con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto. Esso sarà dotato d'ideale sistema di chiusura in modo da sembrare un tubo, delle dimensioni come

da progetto. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

30.4.3.3 - Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato.

Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate:

- le due barre dywidag saranno collegate tramite un manicotto speciale e con due dadi di serraggio;
- alla base degli elementi N.J. si porranno due piastrine di collegamento, di cui una asolata e l'altra provvista di bullone, libera di scorrere relativamente all'altra.

Questi accorgimenti saranno applicati anche nella barriera con elementi monofilari sullo spartitraffico dell'opera d'arte.

Nelle barriere parapetto, inoltre, sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, con la sola aggiunta dei particolari elementi di collegamento, come appresso specificato.

Nel caso di semplice accostamento dei parapetti (per lunghezze d'impalcato fino a 80 m) la parte del prefabbricato "a sbalzo" sulla campata successiva, dovrà essere appoggiata su un doppio strato di neoprene da 3 mm con interposta una lamina di Teflon di spessore 0,5 mm avente funzione di strato lubrificante anti attrito.

L'alternanza d'elementi da 3 e 6 m nel posizionamento dovrà tener conto quindi della presenza dei giunti di dilatazione sul cordolo, in corrispondenza dei quali non sarà possibile effettuare il foro per l'ancoraggio.

Indicativamente i fori dovranno essere effettuati ad una distanza tra giunto e asse foro non inferiore a 25 cm. A tal fine dovranno essere combinati insieme gli elementi da 6 e 3 m con la possibilità, nella zona di giunto, di avere un elemento a sbalzo sulla campata contigua, rinunciando al massimo ad un ancoraggio di base.

Per lunghezze d'impalcato superiori agli 80 m, si dovrà prevedere un dispositivo, in acciaio zincato, di copertura del vuoto della zona di giunto, sovrapposto ai parapetti in calcestruzzo e con il loro stesso profilo New Jersey. Detti coprighiunti metallici, opportunamente dimensionati, potranno anche essere usati per chiudere "vuoti" fino ad un massimo di 1,0 m.

30.4.3.4 - Verifiche

La Direzione dei Lavori dovrà:

- a) prima del montaggio delle barriere, verificare che la lunghezza degli spezzoni dywidag per il serraggio dei montanti del mancorrente sia di almeno 9 cm, in modo da consentire il completo serraggio dai dadi dywidag da 7 cm. In caso di non rispondenza, l'elemento di barriera non sarà installato e dovrà essere allontanato immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa;
- b) al termine del montaggio delle barriere, verificare il serraggio dei tiranti con chiave dinamometrica a 180 Nm, per accertare che l'esecuzione del sottosquadro sia stata fatta correttamente.

Se al momento del serraggio sarà riscontrato un cedimento dell'ancoraggio con eventuale fuoriuscita dello stesso, l'Impresa procederà al suo ripristino.

30.5 - Corrimano metallico strutturale

Il corrimano strutturale posto sui parapetti laterali del ponte avrà funzioni di barriera al ribaltamento dei mezzi pesanti. Sarà realizzato in acciaio Fe 510B (calmato all'alluminio con almeno lo 0,02%) avente una percentuale di silicio compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%, per essere idoneo alla successiva zincatura a caldo.

Il corrimano è costituito essenzialmente da:

- montante a doppio T di caratteristiche come da indicazioni progettuali, opportunamente sagomato, munito di piastra di base ed in testa d'anello, il montante sarà collegato alla barriera N.J. tramite dadi;
- elementi di tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche, con fori alle estremità; collegati con manicotto ricavato da tubo senza saldatura per costruzioni meccaniche, completo di due bulloni, con doppia foratura (4 fori);
- elemento terminale curvo, sia destro che sinistro, costituito da un tubo in acciaio senza saldature per costruzioni meccaniche, opportunamente sagomato, con piastra saldata per ancoraggio.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione saranno installati manicotti speciali costituiti da tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche; completo di due fori, d'asole e di due bulloni con dadi.

Nei giunti di dilatazione per grandi escursioni, per i quali è prevista l'installazione di coprigiunti metallici, potrà essere necessario un montante aggiuntivo con tubi corrimano d'idonea lunghezza.

Il materiale dovrà provenire dalla produzione di Ditte di primaria importanza. Pertanto l'Impresa consegnerà alla Direzione dei Lavori una certificazione, rilasciata dal produttore dell'acciaio, attestante l'analisi chimica dell'acciaio e i risultati delle prove meccaniche per lotto di campioni; inoltre su ogni tubo di corrimano dovrà essere presente la marcatura a punzone del fabbricante.

30.5.1 - Resistenze strutturali e protezione dei materiali

Il corrimano strutturale dovrà rispondere alle resistenze da verificarsi con le seguenti prove e modalità:

a) Montante:

Il montante metallico incastrato alla base dovrà resistere ad una forza di 12 t applicata, su una striscia lunga 35 cm in corrispondenza dell'asse del montante (a 45 cm dal piano superiore del parapetto in calcestruzzo). Interasse dei montanti 3 m.

b) Corrimano:

Il tubo corrimano metallico appoggiato agli estremi con un interasse di 3 m dovrà resistere ad una forza 11,5 t applicata nella mezzeria su una striscia larga 35 cm (considerando il collegamento con il successivo elemento di corrente). Freccia massima ammissibile al centro di 3 cm.

c) Zincatura a caldo:

Tutti gli elementi costituenti il corrimano e suoi accessori dovranno essere zincati a caldo, a lavorazione ultimata, secondo le norme ASTM A 123. Lo zinco per il bagno dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74. La quantità minima di zinco su ogni superficie di 300 g/m², pari cioè ad uno spessore di 43 µm.

30.5.2 - Posa in opera

Il corrimano strutturale andrà fissato alla barriera tipo New Jersey mediante bloccaggio alla piastra già predisposta, secondo gli schemi riportati nei disegni di progetto. In particolare si dovrà aver cura che i manicotti di collegamento del corrimano siano posti dopo il montante, rispetto al senso di marcia.

I montanti e le piastre degli elementi terminali curvi saranno collegati ai ferri fuoriuscenti dagli elementi N. J. con bulloni, resistenza HV 10.9.

30.5.3 - Prove sui materiali

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove analitiche previste dalla norma UNI 7806, fatta eccezione per la percentuale di alluminio che deve essere almeno pari allo 0,02% e del silicio che deve essere compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%.

Per le verifiche di esecuzione e il controllo di spessori, tolleranze dimensionali, caratteristiche meccaniche e masse, si farà riferimento alla Norma UNI 7729 salvo per quanto riguarda la tolleranza massima sugli spessori che deve essere del $\pm 5\%$; le verifiche saranno fatte misurando i materiali in più punti e saranno ritenute positive se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740.

Le caratteristiche del rivestimento a caldo di zinco dei tubi in acciaio sarà verificata secondo le seguenti prove:

- determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica;
- determinazione della massa dello strato di zinco (Norme UNI 5741);
- determinazione dello spessore dello strato di zinco (Norme UNI 5741);
- determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (Norme UNI 5743).

Indipendentemente dalla certificazione rilasciata dal Produttore, la Direzione Lavori potrà prelevare in qualsiasi momento campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli ad analisi e prove, tutte le volte che lo riterrà opportuno, presso Laboratori Ufficiali allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle presenti Norme.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti ed esclusivamente ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

Le prove saranno eseguite su una serie di campioni prelevati dal materiale fornito, in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.

Qualora le prove eseguite su questa prima serie di campioni dessero risultati negativi, esse saranno ripetute su altre due serie e soltanto se tutte e due queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo, in caso contrario la partita dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Impresa.

30.6 - Barriere in acciaio a profilo New Jersey

30.6.1 - Materiali

Le lamiere componenti la barriera saranno in acciaio del tipo Fe 430B a Norma UNI 7070.

I bulloni per i mutui collegamenti tra barriere dovranno essere in acciaio 8.8 a Norma UNI EN 20898; i tubi del corrimano saranno collegati tra loro con manicotti tramite 2 bulloni M24 classe HV 10.9 a Norma UNI 5737 e 5712.

Il corrimano sarà realizzato con un tubo di acciaio Fe 510D, elettrosaldato ERW scordonato secondo Norma UNI 7091, di lunghezza 2940 o 5940 mm, diametro esterno 139.7 mm e spessore 12,5 mm.

30.6.2 - Zincatura

Sulle lamiere componenti la barriera e sul tubo corrimano si dovrà eseguire un processo di zincatura a caldo a Norma UNI 5744, per ottenere uno spessore di zinco di almeno 60 μm e un tasso superficiale di 450 g/m².

30.6.3 - Verniciatura protettiva

La verniciatura protettiva delle superfici metalliche della barriera dovrà essere eseguita in stabilimento di produzione, previa pulizia della superficie con acqua e detergente esente da lanolina, con vernice monocomponente ad alto spessore tipo ICOSIT 5530 SIKA, contenente cariche inerti, pigmenti ed a base di una combinazione di PVC e resine acriliche con solventi, tale da essere una vernice tixotropica che mantiene lo

spessore anche in corrispondenza degli spigoli; dovrà avere un'ottima resistenza all'aggressività chimica, in atmosfere industriali con piogge acide o basiche ed agli effetti dei raggi UV.

Tale prodotto dovrà essere applicato in due mani ad airless sulle superfici a vista della barriera (con esclusione del tubo corrimano e relativo manicotto di collegamento) per una quantità di 400-420 g/m² per avere a secco uno spessore di almeno 100 µm.

Il colore da ottenere è il grigio RAL n. 7032.

Relativamente a detta verniciatura protettiva, è essenziale per il buon esito della fornitura che la protezione della lamiera abbia comunque una resistenza alla corrosione in nebbia salina, misurata secondo la Norma ASTM 8117, di almeno 1000 h (dopo 1000 h l'arrugginimento o la bollatura lungo l'incisione prevista non devono penetrare per più di 2 mm, con esclusione di qualsiasi altra alterazione visiva o di aderenza).

Tale requisito dovrà essere comprovato dalla Ditta fornitrice con la certificazione di prove, eseguite da un laboratorio ufficiale, su tre provini di lamiera di spessore 4 mm zincati a caldo e quindi protetti come sopra descritto; sulla certificazione dovrà comparire, oltre all'esito della prova, anche lo spessore dello strato protettivo.

La certificazione dovrà essere pronta e presentata (insieme ai tre campioni oggetto degli esami) in occasione del successivo collaudo dove si controllerà la conformità degli spessori della verniciatura sulle barriere collaudate con quelli certificati.

Resta salva la facoltà da parte della Direzione Lavori di prelevare altri provini da sottoporre ad eventuali ulteriori prove.

30.6.4 - Collaudo delle barriere

All'approntamento delle barriere presso lo stabilimento di produzione e per quantitativi minimi non inferiori ad un terzo dell'intera fornitura o pari alla fornitura richiesta in cantiere di posa dalla Direzione Lavori, sarà cura della Ditta fornitrice contattare la Direzione Lavori per richiedere il collaudo degli elementi approntati prima della posa in opera.

Il collaudo sarà effettuato a campione scegliendo a caso tre elementi di barriera ogni 200 approntati (per lotti inferiori si collauderanno comunque tre elementi) e sugli stessi sarà verificata l'osservanza delle prescrizioni tecniche previste ed in particolare il rispetto dei sei standard di qualità sotto riportati, per i quali si convengono due livelli di tolleranza come da tabella:

| TABELLA "STANDARD" E RELATIVE TOLLERANZE | | |
|---|--------------------------------------|--|
| | "STANDARD" SPESSORE RICHIESTO | LIVELLO DI TOLLERANZA ACCETTABILE |
| Spessore lamiera (\leq 4 mm) | valore nominale | 0.10 mm |
| Spessore lamiera (da 6 a 8 mm) | valore nominale | 0.15 mm |
| Spessore lamiera ($>$ 8 mm) | valore nominale | 0.25 mm |
| Spessore zinco su barriera | min. 60 µm | 0 µm |
| Spess. zinco su tubo mancorrente | min. 60 µm | 0 µm |
| Spessore verniciatura su superfici a vista (mantello) | min. 100 µm | 0 µm |

Nel caso in cui anche uno solo dei tre elementi di barriera superi alla verifica il livello di tolleranza (per uno o più Standards), il lotto sarà rifiutato.

In ogni caso sia il riscontro di difettosità superficiali della verniciatura, che la presenza di ondulazioni o irregolarità della superficie a vista della barriera, renderanno inaccettabile il lotto.

A collaudo positivo sarà rilasciato dalla Direzione Lavori un "Verbale di approntamento e collaudo" con la certificazione delle quantità di barriere approntate e le risultanze delle verifiche effettuate. Le barriere collaudate con esito positivo saranno quindi consegnate in cantiere per la posa in opera, che avverrà in analogia a quanto descritto, nelle presenti Norme Tecniche, per le barriere in conglomerato cementizio.

30.7 – Attenuatori frontali

Gli attenuatori dovranno essere testati secondo la norma EN 1317-3. Gli attenuatori si dividono in redirettivi e non-redirettivi, nel caso in cui sia probabile l'urto angolato, frontale o laterale, sarà preferibile l'uso di attenuatori redirettivi. Particolare attenzione dovrà essere fatta alle zone di inizio barriere, in corrispondenza di una cuspide; esse andranno eseguite solo se necessario in relazione alla morfologia del sito o degli ostacoli in esso presenti e protette in questo caso da specifici attenuatori d'urto. (salvo nelle cuspidi di rampe che vanno percorse a velocità 40 km/h).

Si useranno assorbitori a bags multiple in polietilene lineare rotostampato assemblati con funi di collegamento in acciaio e riempiti con sacche di appesantimento in acqua salata.

Art. 32 - Segnaletica verticale e orizzontale

32.1 - Premessa

Nelle presenti Norme Tecniche sono descritte le metodologie per l'esecuzione di tutte le opere, prestazioni e forniture che si renderanno necessarie per la realizzazione della segnaletica verticale ed orizzontale, Telepass, Viacard, sulle autostrade e loro pertinenze.

I progetti e la relativa esecuzione devono attenersi a quanto prescritto dal D.Lgs. 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada), dal D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n.610, dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti in materia.

32.3 - Delineatori stradali

I delineatori stradali fanno parte del gruppo dei "Segnali complementari".

Per segnali complementari si intendono, ai sensi dell'articolo 42, comma 1, del Codice della Strada, quei dispositivi e mezzi segnaletici destinati ad evidenziare o rendere noto:

- 1) il tracciato stradale;
- 2) particolari curve e punti critici;
- 3) ostacoli posti sulla carreggiata o ad essa adiacenti ecc..

I segnali complementari, si suddividono in:

- a) delineatori normali di margine;
- b) delineatori speciali;
- c) mezzi e dispositivi per segnalare gli ostacoli;
- d) isole di traffico.

Nelle presenti Norme Tecniche sono trattati solo i delineatori di cui ai punti a e b.

32.3.1 - Delineatori normali di margine

Le caratteristiche dei delineatori normali di margine sono prescritte dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Impiegati lungo le autostrade, ne indicano i margini visualizzando a distanza le carreggiate stradali ed autostradali.

Nelle autostrade i delineatori in sinistra dovranno avere due elementi catarifrangenti (catadiottri) e quelli in destra uno.

32.3.1a - Costruzione del delineatore

Le caratteristiche fisiche e chimiche dei materiali da usare per la costruzione dei delineatori normali, le dimensioni e le forme degli stessi, nonché i requisiti fotometrici e colorimetrici degli elementi rifrangenti sono stabiliti con apposito disciplinare tecnico approvato con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica.

I delineatori sono costituiti da paletti di colore bianco con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale devono essere inseriti elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate.

Il paletto del delineatore deve essere a sezione preferibilmente trapezoidale con spigoli arrotondati che devono potersi iscrivere in un rettangolo di 10x12 cm, con lato minore parallelo all'asse stradale.

Devono essere costruiti mediante soffiaggio, in appositi stampi, di una candela continua di polietilene ad alta densità e della migliore qualità, arricchito di additivi antinvecchiamento. La parte nera dovrà essere incorporata nel segnalimite in fase di stampaggio, escludendosi operazioni di verniciatura.

Il materiale impiegato deve essere sufficientemente elastico ed avere un'elevata resistenza strutturale.

32.3.1b - Norme di accettazione dei paletti

I paletti dei delineatori devono portare impresso l'anno di fabbricazione ed il marchio della Ditta produttrice. La stabilità alle escursioni termiche devono essere garantita per una temperatura minima di -15 °C ed una massima di +80 °C.

Il polimero deve presentare valori compresi nei limiti seguenti:

- a) purezza del polietilene ad alta densità (trattamento all'ebollizione con tricloetilene). (Il polietilene è puro se il provino assorbe meno del 35% di tricloroetilene e cede al tricloroetilene meno del 4% del suo peso);
- b) indice di fluidità (meltindex): 0,2 - 0,4;
- c) densità : 0,95;
- d) carico di rottura: prima dell'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "Weather o meter" secondo le norme ASTM 4257 e D 1499 - 59T, deve essere di 220 kg/cm²; dopo l'esposizione deve essere almeno 85% del valore iniziale;
- e) resistenza all'urto: prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza all'urto secondo le norme ASTM 120-56T deve raggiungere un minimo di 9 kg/cm²; dopo l'irradiazione la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione;
- f) resistenza agli agenti chimici secondo la nonna ASTM D 543 - gli agenti aggressivi impiegati sono:
 - cloruro di sodio al 20%;
 - cloruro di calcio al 20%;
 - idrossido di ammonio al 10%;
 - acido cloridrico al 10%;
 - acido solforico al 10%;
 - olio minerale;
 - benzina.

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al paletto segnalimite in esame sarà effettuato mediante pesatura dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra.

32.3.1c - Forme e dimensioni degli elementi rifrangenti

Nel delineatore di destra, l'elemento rifrangente deve essere di colore giallo, di forma rettangolare e della superficie minima di 60 cm²; nel delineatore di sinistra i due elementi rifrangenti, posti in verticale, devono essere di colore giallo, di forma rettangolare e ciascuno, con una superficie attiva minima di 30 cm², ad una distanza fra loro pari al doppio dell'altezza di ciascun dispositivo, con una tolleranza in più del 10%.

Sia i catadiottri di destra che quelli di sinistra, corrispondenti, devono avere le stesse dimensioni e caratteristiche, con la base maggiore parallela alla pavimentazione stradale.

Gli elementi rifrangenti devono essere realizzati in metacrilato di metile di colore giallo.

32.3.1d - Norme di accettazione

- 1- devono essere omologati dal Ministero dei Lavori Pubblici e presentare impresso il relativo numero di omologazione ed il nome del fabbricante;

- 2- devono essere rettangolari con una superficie minima rifrangente di 60 cm² ed il valore minimo di intensità luminosa dovrà essere di 20 m.c.d./lux cm², rilevato a 20° di incidenza ed a 20° di divergenza;
- 3- devono presentarsi inalterati dopo la prova di resistenza all'esposizione per invecchiamento ai raggi ultravioletti ed infrarossi (durata della prova 72 h, lampade OSRAM ULTRA LIGHT da 1.000 W, temperatura massima 65 °C ± 1;
- 4- devono presentare una perfetta tenuta stagna nella prova di immersione in acqua (durata della prova 24 h, temperatura 20 °C ± 1.

32.3.1e - Posa in opera dei delineatori normali di margine

Devono essere collocati come stabilito dall'art. 173 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada: al limite esterno della banchina e comunque a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.

I delineatori devono essere infissi nel terreno per una profondità di 30 cm, curando sia la verticalità e l'allineamento del paletto stesso che l'angolarità del o dei catadiottri.

Il terreno intorno ai paletti va compattato.

I delineatori su cordoli e cunette in calcestruzzo devono essere infissi in un foro sagomato praticato nel calcestruzzo stesso.

L'altezza fuori terra deve essere compresa fra 70 e 110 cm.

L'altezza tra il bordo inferiore del catadiottro e la pavimentazione stradale deve essere quella figurante nei disegni, curando scrupolosamente che tali altezze restino costanti lungo la medesima strada anche quando si passa da un tipo all'altro di delineatore.

Su tratti di strada omogenei l'installazione dei delineatori deve essere continuativa, evitando installazioni saltuarie e usando lo stesso tipo di delineatore. Deve essere adottata la spaziatura indicata dall'art. 173, comma 4 del suddetto Regolamento.

Nel caso della sostituzione di delineatori in quelle autostrade ove vigono norme diverse dalle presenti, occorrerà effettuare l'installazione per tratte significative: scambio-scambio (per il centro), fine trincea, fine rilevato ecc., conformi alle prescrizioni del suddetto art. 173, comma 4.

32.3.1f - Delineatori su manufatti

Qualora si presentasse la necessità di installare delineatori su manufatti diversi da quelli di seguito indicati dovranno essere studiati i nuovi tipi di supporti e di attacchi, fermo restando i principi basilari prescritti dalle vigenti Norme.

L'Impresa dovrà presentare i campioni di ogni tipo di delineatore i quali saranno esaminati dalla Direzione Lavori.

Eventuali proposte di nuove soluzioni presentate saranno prese in considerazione, esaminate e se idonee accettate; comunque, gli elementi rifrangenti devono essere fissati al supporto metallico mediante attacchi a baionetta o simili e comunque mai incollati.

Nel caso di delineatori su barriere di sicurezza tipo New Jersey, questi devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme:

- i supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm;
- i catadiottri sia quelli di sinistra che quelli di destra saranno di 10x6 cm e saranno accettati fino alle dimensioni massime di 7x10 cm.

Nel caso di New Jersey monofilari, i delineatori devono essere installati utilizzando i fori esistenti nel manufatto, con tassello ad espansione.

Detto tassello, sotto l'azione di una vite a brucola di 6 mm, dilatandosi, deve esercitare sulla parete del foro una pressione tale da ostacolarne la fuoriuscita.

Nel caso di New Jersey bifilari e laterali, i delineatori devono essere installati mediante l'impiego di n. 2 tasselli con vite a chiodo.

Dette viti devono essere zincate galvanicamente e passivate e devono avere una lunghezza minima di 35 mm con il foro di diametro 6 mm.

Nel caso di barriere metalliche, i delineatori devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme.

I supporti devono essere realizzati in lamiera di ferro dello spessore figurante nei disegni e zincato a caldo secondo la norma C.E.I. 7.6 del Luglio 1968.

Nella realizzazione dei supporti si deve tenere conto della diversa inclinazione delle lame nei vari tipi di guardrails esistenti nella rete autostradale da cui scaturisce una diversa angolazione dell'asta di supporto dei catadiottri rispetto all'onda stessa; questo per mantenere costante la verticalità del dispositivo.

I catadiottri sia quelli di sinistra che quelli di destra devono essere di 10x6 cm e saranno accettati fino alle dimensioni massime di 7x10 cm.

Devono essere posizionati sulla parte superiore del nastro con sistemi di attacco tali da non interessare in nessun modo la bulloneria necessaria per l'unione tra le barriere e quella tra le barriere ed i montanti.

Il metodo di attacco deve essere del tipo indicato dagli elaborati progettuali, formato da piastre in acciaio sagomate e collegate al supporto tramite una vite a brucola del diametro 6 mm, anch'essi zincati come sopra.

Nel caso di muri di controripa, i delineatori devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme.

I supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm.

I catadiottri devono essere di 15x10 cm.

Per mantenere il lato maggiore del catadiottro orizzontale occorre determinare l'inclinazione del muro stesso e conseguentemente la piegatura da dare al supporto.

Nel caso di cordoli, muretti ed elementi prefabbricati di varie altezze devono essere realizzati delineatori con supporti tali da presentare costanza di orizzontalità.

Il fissaggio di detti delineatori deve essere eseguito come quello indicato per i New Jersey.

32.3.2 - Delineatori speciali

Per delineatori speciali, secondo l'art. 174 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, si intendono quei delineatori utilizzati come dispositivi permanenti tra cui:

- a) - delineatori in galleria;
- b) - delineatori modulari di curva.

32.3.2a - Delineatori in galleria

I delineatori in galleria devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme.

I catadiottri sia quello di destra che quelli di sinistra, devono avere le dimensioni di 15x10 cm e saranno accettati fino alle dimensioni massime di 18x10 cm.

In sinistra oltre ai due catadiottri posti nel senso di marcia, il delineatore ne deve avere un terzo sul retro con caratteristiche e dimensioni uguale agli altri.

Data la tipologia delle gallerie si è reso necessario realizzare tre diversi tipi di delineatori e cioè:

- a) gallerie con guardrails - i delineatori devono avere caratteristiche uguali a quelli sui guardrails a cielo aperto, ma di dimensioni maggiorate, sia nel supporto che nell'attacco. Anche in questo caso i delineatori devono essere installati sulla parte superiore del nastro;

- b) galleria senza marciapiede e senza guardrails - i delineatori devono avere i supporti in alluminio 30/10 mm in sinistra e 25/10 mm in destra e devono essere installati sui piedritti delle gallerie mediante l'impiego di n. 3 tasselli con vite a chiodo. Dette viti devono essere uguali a quelle usate per i delineatori su New Jersey. Per rispettare la condizione di parallelismo bisogna sagomare opportunamente i supporti secondo l'inclinazione del piedritto stesso;
- c) galleria con marciapiede - i delineatori devono avere il supporto in profilato di ferro, spess. 4 mm, avente alla base una piastra in ferro saldata di 10x15 cm, spess. 3 mm, con quattro fori e zincato a caldo. In detto supporto deve essere fissato un pannello in alluminio 30/10 mm per quelli in sinistra e 25/10 mm per quelli in destra, sul quale devono essere fissati i catadiottri necessari.

Il montaggio del delineatore al marciapiede deve essere ottenuto mediante n. 2 bulloni e prigionieri metallici ad espansione.

Va tenuto presente che in galleria la spaziatura longitudinale sarà di 15,00 m, salvo il tratto di imbocco, della galleria stessa, in cui il distanziamento deve essere di 8 m, per i primi 10 elementi.

32.3.2b - Delineatori modulari di curva

Sono regolamentati dall'art. 174, comma e, Regolamento.

Devono essere impiegati nei casi eccezionali qualora la percezione dello sviluppo della curva risulti poco agevole in guida notturna; la stessa deve essere segnalata con una serie di pannelli modulari di curva delle dimensioni di 90x90 cm. Se gli spazi disponibili per l'installazione non sono sufficienti per tale formato si potranno utilizzare quelli di dimensioni ridotte a 60x60 cm. Tali pannelli devono essere in alluminio 25/10 mm, con faccia anteriore ricoperta da una pellicola nera non retroriflettente ed il disegno a punta di freccia deve essere realizzato con pellicola bianca retroriflettente di classe 2.

I pannelli devono essere distanziati di circa 15 m ed essere installati nello spartitraffico, o sul bordo laterale della strada, lungo tutto lo sviluppo della curva tra i due punti di tangenza con i rettifili collegati dalla curva stessa. Il punto d'inizio e quello di fine dei pannelli potrà essere anticipato e prolungato qualora risultino i punti di tangenza sunnominati poco percepibili a distanza. Infine, nelle autostrade con tracciato per clotoide e curve circolari, il punto d'inizio e fine deve corrispondere con l'inizio e la fine delle clotoidi.

32.3.3 - Penali

La Direzione Lavori ha la facoltà di prelevare, in qualunque momento, dei campioni per sottoporli alle prove previste dalle Norme Tecniche.

I delineatori dovranno essere tutti sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, qualora i catadiottri non dovessero rispondere alle prescrizioni delle caratteristiche richieste al punto 1 e 2 dell'articolo 32.2.1d, riguardo ai delineatori normali di margine ed a quanto altro indicato per i delineatori speciali e su manufatti diversi.

Dovrà invece essere applicata una penale pari del 5% dell'importo totale relativo alla fornitura se i catadiottri dovessero presentare alterazioni dopo la prova indicata al punto 3 del suddetto articolo mentre, dovranno essere sostituiti tutti quei catadiottri che dovessero presentare opacità per effetto della scarsa tenuta stagna. Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i paletti che non dovessero rispondere alle caratteristiche indicate dall'art. 32.2.1b delle presenti Norme.

Riguardo ai supporti dei delineatori realizzati in acciaio zincato, dovranno essere applicate le penali indicate nell'articolo 32.1.6.5.

32.4 - Segnaletica orizzontale

32.4.1 - Premessa

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato autostradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada D.L. n. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. n. 495 del 16/12/92, dal D.P.R. 16 Settembre 1996 n. 610 e dai disegni esecutivi di progetto.

32.4.2 - Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

a) Pitture:

Possono essere di due tipi:

- 1 - idropitture con microsfere di vetro post-spruzzate;
la pittura deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.
Il residuo volatile è considerato pari al 25%.
- 2 - pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate;
la pittura deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.
Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN 1423:2004.

b) Termoplastico:

il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e post-spruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN 1423:2004.

c) Laminati elastoplastici:

i laminati autoadesivi prefabbricati, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione possono essere di tre tipi:

- 1 - per applicazioni provvisorie;
- 2 - per applicazioni poco sollecitate;
- 3 - per applicazioni altamente sollecitate.

I prodotti vernicianti sono distinti in tre livelli di applicazione le cui proprietà rispondono a differenti standard qualitativi:

- 1° LIVELLO: APPLICAZIONI PROVVISORIE O PER ZONE POCO SOLLECITATE (PROVVISORIO, EMERGENZA, FUORI STAGIONE, CONDIZIONI ATMOSFERICHE PARTICOLARI).
- 2° LIVELLO: APPLICAZIONI DI ROUTINE.
- 3° LIVELLO: APPLICAZIONI PARTICOLARI

32.4.2.1 - 1° LIVELLO prodotti di tipo "a" (pitture-idropitture)

Con questi prodotti possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per piccoli tratti (rappezzi);
- segnaletica su pavimentazioni da ricoprire (strato di binder);
- segnaletica interna agli svincoli;
- segnaletica inerente le intersezioni esterne;
- segnaletica interna alle aree di servizio;
- segnaletica interna alle aree di parcheggio;
- zebrature;
- fascioni di arresto;
- scritte, frecce e simboli;
- piste di accelerazione e di decelerazione;
- ripasso striscia margine sinistro;
- semiellissi in zone antinebbia.

Per le lavorazioni di primo livello devono essere impiegate le idropitture, le pitture a solvente, secondo le disposizioni progettuali.

Nel caso di condizioni atmosferiche non compatibile con l'applicazione delle idropitture, su indicazione della Direzione Lavori, devono essere impiegate le pitture a solvente.

32.4.2.2 - 2° LIVELLO prodotti di tipo "b" (termoplastico)

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per la delimitazione delle corsie autostradali in condizioni normali;
- doppia bianca svincoli;
- piste di accelerazione e di decelerazione.

32.4.2.3 - 3° LIVELLO prodotti di tipo "b"- "c" (termoplastico-antinebbia-elastoplastico)

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

tipo b

- striscia margine destro con rilievi ottici-sonori in zone ad alta intensità nebbiosa.

tipo c 1

- segnaletica in entrata ed uscita cantieri di lunga durata.

tipo c 2

- margine sinistro della carreggiata;
- margine destro della carreggiata senza emergenza;
- zebrature.

tipo c 3

- strisce discontinue;
- margine destro con emergenza;
- scritte, frecce e simboli;
- fascioni di arresto;
- linea di arresto in presenza del segnale dare precedenza.

32.4.2.4 - Tratti antinebbia

I tratti autostradali individuati come "antinebbia" devono essere mantenuti costantemente efficienti.

Lo spessore della striscia con elementi a rilievo non deve essere maggiore di 6 mm, così come descritto all'Art. 141 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R. 16.12.1992 n. 495).

La forma, dimensioni e frequenza del rilievo deve essere come indicato nei disegni di progetto.

32.4.2.5 - Verniciature rifrangenti su archi di imbocco gallerie e isole spartitraffico

Gli archi di imbocco delle gallerie, i cordoli delimitanti le isole spartitraffico e tutte le superfici di quei manufatti che devono essere evidenziate, saranno verniciati con pitture rifrangenti previo la spazzolature ed eventuale ripresa dell'intonaco.

Relativamente agli imbocchi delle gallerie la larghezza della striscia deve essere di 30 cm per l'intero sviluppo del portale della galleria.

32.4.3 - Caratteristiche dei materiali

Vengono di seguito definiti i requisiti ai quali tutti i materiali impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.

Valori minori a quelli richiesti sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente fin dalla posa in opera e questa, in termini di visibilità notturna, antiscivolo ecc. deve essere mantenuta per tutta la vita utile prevista.

Le caratteristiche prestazionali richieste sono:

- colore;
- visibilità notturna;
- abrasibilità;
- tempo di essiccazione.

32.4.3.1 - Colore

Il colore della pittura è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; è definito mediante le coordinate tricromatiche riferite al diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931 (Commission International d'Eclairage).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita utile, all'interno delle zone determinate dalle coordinate tricromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:

| Colore | Coordinate tricromatiche | | | | |
|--|--------------------------|------|------|------|------|
| Bianco | x | 0,36 | 0,31 | 0,29 | 0,34 |
| | y | 0,36 | 0,31 | 0,33 | 0,38 |
| Giallo | x | 0,44 | 0,55 | 0,47 | 0,39 |
| | y | 0,40 | 0,46 | 0,54 | 0,43 |
| Blu | x | 0,08 | | | 0,14 |
| | y | 0,17 | | | 0,04 |
| Giallo temporaneo | x | 0,49 | 0,55 | 0,47 | 0,43 |
| | y | 0,43 | 0,46 | 0,54 | 0,48 |
| Illuminante normalizzato D65, geometria 45/0 | | | | | |

32.4.3.2 - Visibilità notturna

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore di retroriflessione.

Il valore di retroriflessione, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c, per tutta la loro vita utile di:

150 mcd.lux⁻¹m⁻².

32.4.3.3 - Valore abrasibilità SRT

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza allo slittamento dovuto al contatto tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita utile di:

50 SRT (british portable Skid Resistance Tester).

32.4.3.4 - Tempo di essiccazione

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

32.4.3.4.1 - Pitture

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10 °C e +40 °C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15-20 min dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10 °C e con un umidità relativa inferiore a 80%.

32.4.3.4.2 - Termoplastico

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10 °C e +40 °C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30-40 s per lo spruzzato ed entro 180-240 s per l'estruso, dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento viene controllato in laboratorio secondo la norma ASTM D 711-55.

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

32.4.3.4.3 - Laminati

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15-20 min dall'applicazione.

Dopo la rullatura i laminati devono essere immediatamente trafficabili.

32.4.4 - Caratteristiche fisico chimiche di riferimento dei materiali per segnaletica orizzontale

Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali di segnaletica orizzontale, riportate di seguito, devono essere considerate come proprietà di riferimento per la realizzazione dei prodotti segnaletici.

32.4.4.1 - Idropitture post-spruzzate con microsfere di vetro

| Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni): | | |
|---|------------------------------------|------------------------------|
| 1- | Massa volumica (T=25 °C) | 1,65 - 1,7 g/cm ³ |
| 2- | Residuo non volatile | 80% in peso ± 5% |
| 3- | Quantità pigmenti (*) | 45% in peso ± 5% |
| 4- | Quantità di TiO ₂ (**) | 25% in peso ± 5% |
| 5- | Quantità microsfere post-spruzzate | 300 g/m ² |
| 6- | Ph | 10 ± 0,5 |

Metodi per le prove: "2", "3", "4"

2-ASTM D-2832

3-F.T.M.S. 141a-4021

4-ASTM D-1394

(*) Riferito a 100 g di prodotto esente da microsfere

(**) Riferito alla quantità di pigmenti

32.4.4.2 - Pitture a freddo premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro

| Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni): | | |
|---|------------------------------------|-----------------------------|
| 1- | Massa volumica (T=20 °C) | 1,6 - 1,9 g/cm ³ |
| 2- | Residuo non volatile | 75 - 85/100 g |
| 3- | Quantità pigmenti (*) | 35 g/100 g |
| 4- | Quantità di TiO ₂ (**) | 30% |
| 5- | Quantità microsfere premix | 30% |
| 6- | Quantità microsfere post-spruzzate | 300 g/m ² |

Metodi per le prove: "1", "2", "3", "4"

1-F.T.M.S. 141a-4184

2-ASTM D-2832

3-F.T.M.S. 141a-4021

4-ASTM D-1394

(*) Riferito a 100 g di prodotto esente da microsfere

(**) Riferito alla quantità di pigmenti

32.4.4.3 - Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo e/o estrusione premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro

| Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni): | | |
|---|------------------------------------|-----------------------------|
| 1- | Massa volumica (T=20 °C) | 1,8 - 2,1 g/cm ³ |
| 2- | Quantità di pigmenti (*) | 6% in peso |
| 3- | Quantità pigmenti+oli | 20% in peso |
| 4- | Quantità di legante (resina+oli) | 20% in peso |
| 5- | Quantità microsfere premix | 20% in peso |
| 6- | Quantità microsfere post-spruzzate | 300 g/m ² |

Metodi per le prove: "1", "2", "4"

1-F.T.M.S. 141a-4184

2-ASTM D-1394

4-BS 3262: Part.1: 1987

(*) Riferito solo al biossido di titanio (TiO₂)

| Caratteristiche fisiche (per le tre pigmentazioni): | |
|---|---------------|
| 1- Punto di rammollimento | ≥ 80 °C |
| 2- Punto di infiammabilità | ≥ 230 °C |
| 3- Resistenza alle escursioni termiche | -25 °C +80 °C |
| 4- Grado di resistenza allo SKID TESTER | 50 SRT |

Metodi di prova per le prove "1", "4"

1-BS 4692

4-Road Research Note n. 27 (BS 3262:1976) append.G

32.4.4.4 - Granulometria delle microsfere

| TAVOLA - GRANULOMETRIE MICROSFERE DI VETRO | | | | | |
|--|-------------------------|--|-------------------------|---|-------------------------|
| PREMISCELATURA | | | | POSTSPRUZZATURA | |
| TERMOPLASTICO | | E | PITTURE A SOLVENTE | | |
| TERMOCOLATO | | | | | |
| n. Setaccio (ISO 565) standard (mm) | Materiale % passante | n. Setaccio (ISO 565) standard (mm) | Materiale % passante | n. Setaccio (ISO 565) standard (mm) | Materiale % passante |
| 1,00 | 100,00 | 250,00 | 100,00 | 850,00 | 100,00 |
| 0,85 | 75 - 100 | 212,00 | 95-100 | 590,00 | 80-95 |
| 0,60 | 10 - 35 | 180,00 | 85-100 | 300,00 | 25-70 |
| 0,43 | 0 - 10 | 106,00 | 15-55 | 180,00 | 0-15 |
| 0,36 | 0 - 5 | 63,00 | 0-10 | | |
| FUSO 1 | | FUSO 2 | | FUSO 3 | |

- indice di rifrazione: $\geq 1,52$
- esigenze di Qualità (controllo visuale):
minimo 85% di microsfere di vetro senza difetto (in numero)
massimo 5% di graniglie di vetri (in numero);
- trattamento con silicone:
senza;
- sfericità:
minimo 80% per i trattenuti ai tre setacci più grandi
minimo 75% per i trattenuti ai rimanenti setacci;
- trattamento microsfere post-spruzzate:

le microsfere con cui si effettua la post-spruzzatura delle strisce, devono essere rivestite con agenti di accoppiamento specifici per il tipo di legante presente nel prodotto verniciante, al fine di aumentare l'aderenza tra le stesse microsfere ed il prodotto applicato.

Le granulometrie delle microsfere devono essere determinate secondo il metodo ASTM D-1214.

32.4.5 - Strisce laminate autoadesive prefabbricate, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri di alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsfere di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed a elevata resistenza all'usura.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non deve scolorire al sole.

La scelta del laminato, tipo c2 o c3, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita utile prevista del manto bituminoso.

32.4.5.1 - Posa in opera

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso drenante o no, manti in cemento.

Devono essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove a addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50 °C e i 70 °C;
- riscaldando la superficie di incasso di pavimentazioni esistenti, con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.
(In entrambi i casi, l'incasso deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore a ruote metalliche, di adeguato peso e dimensioni, accettato dalla Direzione Lavori);
- utilizzando del primer su pavimentazioni esistenti, preventivamente pulite, per facilitarne l'adesione. prima di applicare il laminato, il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore a ruote metalliche di adeguato peso e dimensioni, accettato dalla Direzione Lavori.

L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego di idonea attrezzatura, approvata dalla Direzione Lavori, automatica e semovente, dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente.

Le frecce, le lettere e le zebbrature saranno poste in opera manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

32.4.6 - Norme di accettazione

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, secondo quanto disposto dalla Circolare del Ministero LL.PP. n. 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n. 125 del 30.05.1996) e successive modificazioni. Qualsiasi prodotto per l'esecuzione della segnaletica orizzontale deve essere approvato dalla Direzione Lavori, sentito il parere del Centro Ricerche e Sviluppo per i Lavori Autostradali della Società.

Il materiale sarà accettato in relazione alla verifica di rispondenza, tra le caratteristiche richieste negli artt. 32.4.2 e 32.4.3 e i campioni presentati, nonché la verifica del rispetto delle norme antinquinamento vigenti.

I campioni di materiale da sottoporre alle prove di accettazione devono essere consegnati in confezioni metalliche da 1 kg (barattoli) sigillati con stagno e riportare su apposita fascetta o cartellino i seguenti dati:

- nome commerciale del prodotto.
- rapporto di diluizione (solo se previsto il diluente).
- caratteristiche delle microsfere di vetro (sia per le premiscelate che le post-spruzzate).
- data di produzione.

Le quantità delle singole campionature devono essere le seguenti:

- 4 kg di pittura (a - b) per ogni colore.
- 4 kg di diluente (se previsto).
- 2 kg di microsfere di vetro da premiscelare.
- 2 kg di microsfere di vetro da post-spruzzare.
- n. 3 lamierini di acciaio (dimensioni: 30x50 cm, spessore 0,5 mm) su cui devono essere stati applicati i prodotti.

32.4.7 - Prove sui materiali applicati

I controlli relativi alle caratteristiche prestazionali dei materiali, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita utile. Tali verifiche dovranno essere effettuate tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

Il prelievo dei materiali per le prove, deve essere effettuato dal Centro Ricerche e Sviluppo per i Lavori Autostradali della Società, su richiesta e sotto il controllo della Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Impresa.

I materiali dovranno essere inviati al Laboratorio del Centro sopracitato il quale, eseguite le prove previste, invierà i risultati, nel più breve tempo possibile, alla Direzione Lavori.

Le prove a cui dovranno essere sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in laboratorio o in cantiere con strumentazione portatile in sito e/o con macchine ad alto rendimento ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

32.4.7.1 - Controlli in laboratorio

32.4.7.1.1 - Corrispondenza tra prodotto accettato e prodotto impiegato

Il controllo della rispondenza tra prodotto accettato e quello impiegato deve essere effettuato prelevando una campionatura di minimo 4 kg dalle confezioni integre di pittura presenti sul cantiere o prelevando una pari campionatura dai serbatoi delle macchine operatrici e una quantità minima di 5 kg di perline.

Questo prodotto deve essere sottoposto alle seguenti verifiche:

- determinazione del colore (coordinate tricromatiche);
- determinazione delle caratteristiche chimico fisiche;
- tempo di essiccazione;
- verifica della granulometria;
- verifica dell'indice di rifrazione;
- verifica della qualità delle perline.

32.4.7.1.2 - Numero controlli

Tali prelievi devono essere effettuati per ogni tipo di materiale impiegato (pitture a freddo, termoplastico, ecc.) e per ogni partita pervenuta in cantiere.

32.4.7.2 - Controlli con strumentazione portatile in sito

32.4.7.2.1 - Colore

I controlli delle coordinate tricromatiche devono essere eseguiti con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di $45^\circ \pm 5^\circ$ e un angolo di osservazione di $0^\circ \pm 10^\circ$.

Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.

La superficie minima misurata deve essere di 5 cm².

Per superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm², ad esempio 25 cm².

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

a) linee longitudinali

Deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapporti giornalieri).

In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

b) simboli

Per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, deve essere dato dalla media di cinque letture.

c) lettere

Per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.

d) linee trasversali

Per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, deve essere dato dalla media di cinque letture.

32.4.7.2.2 - Visibilità notturna

I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti con l'apparecchio "ECOLUX - L.C.P.C." con un angolo di incidenza di $86^\circ 30'$ e l'angolo di divergenza di 1° .

Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

a) linee longitudinali

Deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapporti giornalieri).

In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.

b) simboli

Per ogni simbolo, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di dieci letture.

c) lettere

Per ogni lettera, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di tre letture.

d) strisce trasversali

Per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di dieci letture.

32.4.7.2.3 - Abradibilità

I controlli dei valori di abradibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di abrasibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

32.4.7.3 - Controlli con strumentazione ad alto rendimento

I controlli devono essere eseguiti dal Centro Ricerche e Sviluppo per i Lavori Autostradali di Fiano Romano che impiegherà attrezzature idonee a misurare le caratteristiche prestazionali dei materiali in continuo, automaticamente e ad una velocità sostenuta. Tali attrezzature devono impiegare l'apparecchiatura "Ecodyn" a geometria "ECOLUX - L.C.P.C." con un angolo di incidenza di 86° 30' e l'angolo di divergenza di 1°.

I valori della visibilità notturna devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm, e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 m.

Tali rilievi devono essere effettuati sulle strisce longitudinali continue e discontinue.

Devono essere effettuati minimo due controlli, nel corso della vita utile stabilita dal contratto.

32.4.8 - Esecuzione dei lavori

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale devono essere accuratamente pulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei, cercando, inoltre, di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo quanto stabilito dagli elaborati progettuali.

L'eventuale rimozione della segnaletica orizzontale deve essere eseguita con sistemi che prevedono l'impiego di mezzi meccanici, che non modifichino la regolarità della pavimentazione creando solchi (tipo pallinatrice), esplicitamente approvati dalla Direzione Lavori.

32.4.9 - Penali

Qualora i risultati delle certificazioni relativi sia alla qualità che alla posa in opera dei materiali, ottenuti dalle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti a quanto prescritto dalle presenti Norme Tecniche, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

32.4.9.1 - Certificazione di qualità

I materiali forniti da Produttori che non sono in possesso dei requisiti previsti dalla Circolare del Ministero LL.PP. n. 2357 del 16.05.96 e quanto altro espresso nelle presenti Norme, non saranno accettati.

32.4.9.2 - Prodotti non approvati

L'uso di prodotti non approvati dalla Direzione Lavori comporterà il non pagamento dei lavori eseguiti.

32.4.9.3 - Vita utile della segnaletica orizzontale

Durante il periodo della vita utile della segnaletica orizzontale, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutti i ripristini e rifacimenti che si dovessero rendere necessari (anche se non esplicitamente richiesto dalla Direzione Lavori) a causa della carenza, anche di una sola, delle caratteristiche prestazionali richieste, come indicato dalle presenti Norme.

Articolo 33. Conferimento e smaltimento rifiuti – Piano di Gestione dei Rifiuti

L'Appaltatore è individuato come soggetto produttore dei rifiuti derivanti dalle opere in appalto e su di esso ricadono tutti gli oneri, obblighi e adempimenti necessari per l'ottenimento delle autorizzazioni previste dal D.Lgs 152/2006 sia per la produzione, per il trasporto che per lo smaltimento dei medesimi.

L'Appaltatore provvederà a suo carico a conferire i rifiuti ed i materiali, derivanti dagli interventi oggetto del presente Capitolato Speciale d'Appalto e smaltirli presso le discariche autorizzate, previo contratto stipulato con la Società o l'Azienda che gestisce le stesse.

A questo scopo l'Appaltatore dovrà redigere u Piano di Gestione dei rifiuti del cantiere, sia per quanto inerente eventuali demolizioni di opere che proprio del "campo base" del cantiere: attraverso questo strumento si dovrà impostare l'attività di differenziazione dei rifiuti, nel loro complesso, in modo da garantire ed avere evidenza a fine cantiere che i rifiuti prodotti emergerà una destinazione a riuso (destinazione ad una operazione "R") per almeno il 70% in peso dei rifiuti da demolizione e costruzione, così da garantire gli obiettivi di rispetto DNSH. Copia dei formulari di trasporto dei rifiuti (a discarica e/o a riuso) dovranno essere consegnati quindicinalmente alla Direzione Lavori affinché questa possa raccogliere e rendere disponibile per gli audit in corso d'opera e di rendicontazione finale dell'opera.

I codici CER che identificano i rifiuti pericolosi contenenti amianto sono riportati nella sottostante elencazione:

Materiali edili contenti amianto legato in matrici cementizie o resinoidi; 17 06 05*;

Attrezzature e mezzi di protezione individuale: Dispositivi di protezione individuali e attrezzature utilizzate per bonifica di amianto contaminati da amianto; 15 02 02*;

Materiali isolanti; Pannelli contenenti amianto, Coppelle contenenti amianto, Carte e cartoni, Tessili in amianto, Materiali spruzzati, Stucchi, smalti, bitumi, colle, Guarnizioni, Altri materiali isolanti contenenti Amianto; 17 06 01*;

Apparecchiature fuoriusso contenenti amianto (caldaia)16 02 12*

I codici CER e la tipologia degli altri rifiuti identificabili tra quelli rinvenibili o di risulta dai cantieri presenti nell'appalto sono i seguenti:

Codice CER 150101 imballaggi in carta e cartone; Codice CER 150102 imballaggi in plastica;

Codice CER 150103 imballaggi in legno; Codice CER 150104 imballaggi metallici;

Codice CER 150106 imballaggi in materiali misti; Codice CER 170102 prodotti in vetro;

Codice CER 170201 legno;

Codice CER 170203 plastica;

Codice CER 170504 ferro e acciaio;

R.S.N.P. (Rifiuti speciali non pericolosi), rifiuti assimilabili agli R.S.U.

L'appaltatore, a propria cura e spese, sarà obbligato a differenziare i rifiuti prodotti dalle opere in programma descritte e/o secondo le indicazioni della discarica di conferimento per lo smaltimento o dell'impianto di trattamento e recupero. Le richieste di autorizzazione e tutte le pratiche correlate sono a carico ed a spese dell'Appaltatore in quanto comprese negli oneri contrattuali. Sarà analogamente onere dell'appaltatore far eseguire le analisi chimiche eventualmente necessarie per la classificazione della tipologia di rifiuto.

Il conferimento dei rifiuti, il loro smaltimento presso le discariche autorizzate o impianti di trattamento autorizzati, le pratiche e le richieste di autorizzazione sono a carico ed a spese dell'appaltatore in quanto rientranti fra gli oneri contrattuali.

L'Appaltatore dovrà comunicare e fornire alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

i dati e le autorizzazioni della discarica e/o dell'impianto di conferimento;

l'autorizzazione all'Appaltatore della discarica e/o impianto di trattamento per il conferimento e lo smaltimento dei rifiuti su indicati provenienti dai cantieri oggetto del presente capitolato;

l'elenco e documenti degli automezzi e del personale adibiti al trasporto dei rifiuti e l'eventuale iscrizione all'albo dei trasportatori ovvero l'iscrizione all'albo delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti ex art.212, comma 5, del D.Lgs. n.152/2006 (e s.m.i.);

la modulistica della discarica e/o dell'impianto di trattamento, relativa alla suddetta autorizzazione con indicazione degli estremi del permesso, il nome della ditta (Appaltatore o subappaltatore) autorizzata al conferimento e smaltimento e del codice dei rifiuti. Il modulo deve riportare la parte dei dati da compilare a cura della Città per l'indicazione della tipologia del rifiuto, il cantiere di provenienza ed il quantitativo approssimativo degli stessi;

fornire la documentazione della discarica o dell'impianto di trattamento di avvenuto conferimento e smaltimento (copia della bolla di conferimento).

I POS delle imprese impegnate nell'appalto dovranno contenere le procedure di gestione dei rifiuti prodotti in cantiere, con particolare riguardo alla rimozione dei materiali pericolosi e con precisa indicazione circa la discarica che verrà utilizzata.

La Ditta appaltatrice è responsabile di tutte le modalità e delle azioni intraprese dalla stessa per il conferimento dei rifiuti nei punti di scarico indicati dalla stessa discarica.

Articolo 34 - Legnami

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di legge e saranno approvvigionati fra le migliori qualità della categoria prescritta e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati; dovranno quindi presentare colore e venatura uniforme, essere perfettamente lisci al tatto, privi di schegge, alburno, fessure, spaccature, esenti da nodi profondi o passanti, cipollature, buchi o altri difetti, sufficientemente stagionati tranne che non siano stati essiccati artificialmente.

È necessario l'impiego di legnami provenienti da foreste certificate PEFC e riciclabile al 100%.

I pali per le attrezzature ludiche dovranno essere in legno lamellare incollato, costituito da listelli in legno massiccio (in abete o pino silvestre) incollati gli uni agli altri. Dovranno essere precedentemente trattati in autoclave per garantire una lunga durata, inattaccabilità a funghi, muffe e insetti, impermeabilità e protezione contro i raggi UV.

Il legname in pannelli per attrezzature ludiche dovrà essere di spessore almeno 22 mm, di tipo "compensato" prodotto con fogli di legno incollati in modo incrociato per ottenere un prodotto rigido e altamente resistente agli urti, all'usura, all'umidità, con profili arrotondati per evitare il rischio di ferimenti e finiti con uno strato di finitura che conferisca alta resistenza agli agenti chimici, fisici e atmosferici.

Articolo 35 - Materiali a base di pannelli conglomerati di legno

Le materie prime che costituiscono la fornitura dovranno rispettare i requisiti previsti dai Criteri Ambientali Minimi contenuti nel documento PAN GPP. In relazione a quanto indicato all'art. 34 "Criteri di sostenibilità energetica ed ambientale" del D.Lgs. 18 aprile 2016, n.50 recante "Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici", pubblicato nella G.U. n. 91 del 18 aprile 2016, la stazione appaltante è tenuta a introdurre nei documenti di gara "per la fornitura o il servizio di noleggio di arredi per interni", le specifiche tecniche e le clausole contrattuali definite nel presente

documento di “criteri ambientali minimi” per almeno il 50% dell'importo a base d'asta e a tener conto dei criteri ambientali “premianti” per la valutazione e l'aggiudicazione delle offerte. Tutti i materiali costruiti a base di legno dovranno provenire da foreste che attuano la politica di tutela e controllo in materia ambientale, il requisito che garantisce la stazione appaltante che questo criterio sia rispettato è la certificazione FSC o PEFC intestata alla azienda partecipante; di conseguenza le aziende partecipanti dovranno presentare in copia conforme una delle due suddette certificazioni (FSC o PEFC) al fine di soddisfare quanto previsto dai criteri ambientali minimi.

Articolo 36 – Ulteriore documentazione da produrre a carico dell'Appaltatore

Prima dell'inizio delle lavorazioni l'Appaltatore dovrà:

- produrre il “Piano di Gestione Rifiuti” specifico per il cantiere in oggetto;
- produrre il “bilancio idrico della attività di cantiere” specifico per il cantiere in oggetto;
- aggiornare la “Relazione sulla gestione delle Materie” e fornire i documenti di trasporto attestanti il trasporto a destinazione dei rifiuti derivanti dalle lavorazioni da cui si evinca che almeno il 70% in peso dei rifiuto è stato destinato a riuso;

Inoltre l'Appaltatore dovrà

- coadiuvare e favorire la raccolta e conservazione documentale da parte della Direzione Lavori con obbligo di consegna ogni 15 giorni dei documenti di preventiva accettazione del prodotto e la comprova (Documenti Di Trasporto e schede di prodotto fornito) per quanto posto in opera;