

Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Pompei, Ercolano e Stabia



PROGETTO COPERTURE

**MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA
DELLE COPERTURE, DELLE STRUTTURE MURARIE
E DEGLI APPARATI DECORATIVI DI
“VILLA REGINA” PRESSO GLI SCAVI DI BOSCOREALE**

PROGETTO ESECUTIVO

IL R.U.P.:

Arch. Immacolata Bergamasco

Firma:

IL PROGETTISTA:

Arch. Carlo Monda

Firma:

I CONSULENTI:

Per le opere architettoniche e le sup. decorate

Arch. Valentina Puglisi

Per le strutture

Ing. Fabrizio Torzetti

Per gli apparati decorativi

Res. Cons. Stefano Volta

Per le ricerche archeologiche

Dott. Domenico Camardo

Dott. Mario Notomista

Per i rilievi

Dott. Massimo Brizzi

Per l'impianto elettrico e di illuminazione

Ing. Franco Verzaschi e Ing. Marco Di Mauro

IL SOPRINTENDENTE:

Prof. Massimo Osanna

Firma:

IL DIRETTORE DEGLI SCAVI DI BOSCOREALE:

D.ssa Anna Maria Sodo

Firma:

Capitolato Speciale d'Appalto

Elaborato: N

Scala:

| N. REV. | DATA | APPR. | DESCRIZIONE | N. REV. | DATA | APPR. | DESCRIZIONE |
|---------|------------|-------|----------------------|---------|------|-------|-------------|
| 00 | 02.12.2014 | | Emissione definitiva | | | | |
| | | | | | | | |

Sommario

| | |
|--|-----------|
| CAPO I – NORME TECNICO-AMMINISTRATIVE DELL'APPALTO | 10 |
| PARTE I – Natura e oggetto dell'Appalto | 10 |
| <i>Art. I.1 - Oggetto dell'Appalto</i> | <i>10</i> |
| <i>Art. I.2 - Ammontare dell'Appalto</i> | <i>12</i> |
| <i>Art. I.3 - Modalità di stipulazione del Contratto</i> | <i>13</i> |
| <i>Art. I.4 - Categoria prevalente, categorie scorporabili, categorie subappaltabili.....</i> | <i>13</i> |
| <i>Art. I.5 - Descrizione dei lavori - Forma e principali dimensioni delle opere.....</i> | <i>15</i> |
| PARTE II - Disciplina contrattuale | 17 |
| <i>Art. I.6 - Contratto d'Appalto.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Art. I.7 - Documenti che fanno parte del Contratto d'Appalto</i> | <i>17</i> |
| <i>Art. I.8 - Interpretazione del Contratto e del Capitolato Speciale d'Appalto</i> | <i>17</i> |
| <i>Art. I.9 - Disposizioni particolari riguardanti l'Appalto</i> | <i>18</i> |
| <i>Art. I.10 - Rappresentante dell'appaltatore e domicilio, direttore di cantiere</i> | <i>18</i> |
| <i>Art. I.11 - Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Art. I.12 - Denominazione in valuta.....</i> | <i>19</i> |
| PARTE III - Garanzie | 19 |
| <i>Art. I.13 - Garanzia provvisoria a corredo dell'offerta.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Art. I.14 - Garanzia fideiussoria definitiva.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Art. I.15 - Riduzione delle garanzie</i> | <i>19</i> |
| <i>Art. I.16 - Assicurazione a carico dell'Appaltatore</i> | <i>20</i> |
| PARTE IV - Termini per l'esecuzione | 21 |
| <i>Art. I.17 - Consegna e inizio dei lavori</i> | <i>21</i> |
| <i>Art. I.18 - Termini per l'ultimazione dei lavori.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Art. I.19 - Sospensioni e proroghe</i> | <i>22</i> |
| <i>Art. I.20 - Penali e premio di accelerazione.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Art. I.21 - Danni di forza maggiore.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Art. I.22 - Programma esecutivo dei lavori dell'Appaltatore e Cronoprogramma.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Art. I.23 - Inderogabilità dei termini di esecuzione</i> | <i>23</i> |
| <i>Art. I.24 - Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini</i> | <i>24</i> |
| PARTE V - Disciplina economica..... | 24 |
| <i>Art. I.25 - Anticipazione</i> | <i>24</i> |
| <i>Art. I.26 - Pagamenti in acconto.....</i> | <i>24</i> |
| <i>Art. I.27 - Conto finale e pagamenti a saldo.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Art. I.28 - Ritardo nella contabilizzazione e/o nel pagamento delle rate di acconto</i> | <i>25</i> |
| <i>Art. I.29 - Pagamenti a saldo</i> | <i>26</i> |
| <i>Art. I.30 - Revisione prezzi</i> | <i>26</i> |

| | |
|--|-----------|
| <i>Art. I.31 - Cessione del Contratto e cessione dei crediti.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Art. I.32 - Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia - Invariabilità dei prezzi.....</i> | <i>26</i> |
| PARTE VI - Disposizioni per l'esecuzione | 27 |
| <i>Art. I.33 - Direzione dei lavori</i> | <i>27</i> |
| <i>Art. I.34 - Proprietà dei materiali di escavazione e di demolizione.....</i> | <i>27</i> |
| <i>Art. I.35 - Variazione dei lavori.....</i> | <i>27</i> |
| <i>Art. I.36 - Varianti per errori od omissioni progettuali.....</i> | <i>28</i> |
| <i>Art. I.37 - Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi.....</i> | <i>28</i> |
| PARTE VII - Disposizioni in materia di sicurezza..... | 29 |
| <i>Art. I.38 - Norme di sicurezza generali</i> | <i>29</i> |
| <i>Art. I.39 - Sicurezza sul luogo di lavoro.....</i> | <i>29</i> |
| <i>Art. I.40 - Piani di sicurezza</i> | <i>29</i> |
| <i>Art. I.41 - Piano operativo di sicurezza.....</i> | <i>30</i> |
| <i>Art. I.42 - Osservanza e attuazione dei Piani di Sicurezza e Coordinamento.....</i> | <i>30</i> |
| PARTE VIII - Disciplina del subappalto | 31 |
| <i>Art. I.43 - Subappalto.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Art. I.44 - Responsabilità in materia di subappalto.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Art. I.45 - Pagamento dei subappaltatori e ritardi nei pagamenti.....</i> | <i>33</i> |
| PARTE IX - Controversie, manodopera, esecuzione d'ufficio | 33 |
| <i>Art. I.46 - Controversie</i> | <i>33</i> |
| <i>Art. I.47 - Termini per il pagamento delle somme contestate.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Art. I.48 - Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Art. I.49 - Risoluzione del contratto</i> | <i>35</i> |
| <i>Art. I.50 - Recesso dal contratto</i> | <i>35</i> |
| PARTE X - Disposizioni per l'ultimazione | 36 |
| <i>Art. I.51 - Ultimazione dei lavori</i> | <i>36</i> |
| <i>Art. I.52 - Conto finale.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Art. I.53 - Presa in consegna dei lavori ultimati</i> | <i>36</i> |
| <i>Art. I.54 - Termini per il collaudo e la regolare esecuzione</i> | <i>37</i> |
| PARTE XI - Norme finali | 37 |
| <i>Art. I.55 - Oneri ed obblighi diversi a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore.....</i> | <i>37</i> |
| <i>Art. I.56 - Obblighi speciali a carico dell'Appaltatore</i> | <i>39</i> |
| <i>Art. I.57 - Custodia del cantiere.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Art. I.58 - Cartello di cantiere</i> | <i>39</i> |
| <i>Art. I.59 - Spese contrattuali, imposte, tasse</i> | <i>39</i> |
| CAPO II – NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI | 40 |

| | |
|--|------------|
| <i>Art. II.1 - Lavori a misura</i> | <i>40</i> |
| <i>Art. II.2 - Lavori a corpo.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Art. II.3 - Lavori in economia.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Art. II.4 - Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Art. II.5 - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori.....</i> | <i>41</i> |
| CAPO III – ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE | 54 |
| <i>Art. III.1 - Accettazione</i> | <i>54</i> |
| <i>Art. III.2 - Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali</i> | <i>55</i> |
| <i>Art. III.3 - Impiego di materiali o componenti di minor pregio</i> | <i>55</i> |
| <i>Art. III.4 - Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo</i> | <i>55</i> |
| <i>Art. III.5 - Norme di riferimento e marcatura CE.....</i> | <i>55</i> |
| <i>Art. III.6 - Provvista dei materiali.....</i> | <i>55</i> |
| <i>Art. III.7 - Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto</i> | <i>56</i> |
| <i>Art. III.8 - Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche</i> | <i>56</i> |
| <i>Art. III.9 - Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati.....</i> | <i>56</i> |
| CAPO IV –OPERE EDILI DI CATEGORIA OG2 | 56 |
| PARTE I - QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI..... | 56 |
| <i>Art. IV.1 - Materiali in genere.....</i> | <i>56</i> |
| <i>Art. IV.2 - Acqua, calci, gesso</i> | <i>57</i> |
| <i>Art. IV.3 - Cementi, cementi speciali</i> | <i>62</i> |
| <i>Art. IV.4 - Leganti sintetici.....</i> | <i>66</i> |
| <i>Art. IV.5 - Materiali inerti per malte, conglomerati, drenaggi e riempimenti.....</i> | <i>67</i> |
| <i>Art. IV.6 - Elementi di laterizio e calcestruzzo</i> | <i>70</i> |
| <i>Art. IV.7 - Materiali ferrosi e metalli vari.....</i> | <i>74</i> |
| <i>Art. IV.8 - Prodotti a base di legno.....</i> | <i>76</i> |
| <i>Art. IV.9 - Pietre naturali e ricostruite</i> | <i>83</i> |
| <i>Art. IV.10 - Materiali per pavimentazione e rivestimenti</i> | <i>85</i> |
| <i>Art. IV.11 - Prodotti di metallo.....</i> | <i>86</i> |
| <i>Art. IV.12 - Colori e vernici</i> | <i>86</i> |
| <i>Art. IV.12 - Additivi.....</i> | <i>91</i> |
| <i>Art. IV.13 - Materiali diversi (sigillanti, adesivi, geo-tessuti, tessuti-non-tessuti)</i> | <i>92</i> |
| <i>Art. IV.14 - Biocidi.....</i> | <i>94</i> |
| <i>Art. IV.15 - Materiali impregnanti</i> | <i>95</i> |
| <i>Art. IV.16 - Materiali vari</i> | <i>99</i> |
| <i>Art. IV.17 - Materiali compositi FRP.....</i> | <i>101</i> |
| <i>Art. IV.18 - Materiali per coperture – Generalità.....</i> | <i>102</i> |
| <i>Art. IV.19 - Materiali per impermeabilizzazione – Generalità.....</i> | <i>105</i> |

| | |
|--|------------|
| <i>Art. IV.20 Tubazioni in PVC rigido (non plastificato) per fognature</i> | <i>107</i> |
| <i>Art. IV.21 - Raccordi ed accessori.....</i> | <i>107</i> |
| PARTE II - MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE DI CATEGORIA OG2..... | 107 |
| PARTE II.I Procedure operative di restauro e consolidamento strutturale | 107 |
| <i>Art. IV.22 – Scavi e Rinterri.....</i> | <i>107</i> |
| <i>Art. IV.23 – Asportazioni, demolizioni e smontaggi.....</i> | <i>111</i> |
| <i>Art. IV.24 - Rimozione della macroflora patogena.....</i> | <i>114</i> |
| <i>Art. IV.25 - Rimozione della microflora patogena</i> | <i>116</i> |
| <i>Art. IV.26 – Stuccatura, integrazione dei materiali lapidei.</i> | <i>117</i> |
| <i>Art. IV.27 – Consolidamenti.</i> | <i>122</i> |
| <i>Art. IV.28 – Consolidamento del cemento armato</i> | <i>128</i> |
| PARTE II.II - Procedure operative per la demolizione e ricostruzione delle coperture | 131 |
| <i>Art. IV.29 - Demolizione e ricostruzione di coperture in coppi ed embrici.....</i> | <i>132</i> |
| <i>Art. IV.30 - Opere di consolidamento dei colmi murari.....</i> | <i>134</i> |
| <i>Art. IV.31 - Opere di consolidamento di architravi in cemento armato:</i> | <i>135</i> |
| <i>Art. IV.32 - Protezione delle creste murarie</i> | <i>139</i> |
| <i>Art. IV.33– Operazioni di protezione di materiali lignei.....</i> | <i>140</i> |
| <i>Art. IV.34 - Opere di presidio (puntelli, centinature e armature provvisionali).....</i> | <i>145</i> |
| <i>Art. IV.35- Ricucitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale (scuci e cucì) .</i> | <i>146</i> |
| <i>Art. IV.36 - Consolidamento delle apparecchiature murarie.....</i> | <i>147</i> |
| <i>Art. IV.37 – Opere in Cemento Armato.....</i> | <i>151</i> |
| <i>Art. IV.38 – Strutture in acciaio</i> | <i>152</i> |
| PARTE II.III - Procedure operative per la posa di tubazioni, raccordi e pozzetti..... | 155 |
| <i>Art. IV.39 - Posa delle condotte a gravità.....</i> | <i>155</i> |
| <i>Art. IV.40 - Sistema di giunzione</i> | <i>155</i> |
| <i>Art. IV.41 - Prescrizioni di posa per tubazioni in trincea</i> | <i>156</i> |
| <i>Art. IV.42 - Collaudo di una tubazione in PVC.....</i> | <i>156</i> |
| <i>Art. IV.43 - Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo vibrato.....</i> | <i>156</i> |
| CAPO V – OPERE DI RESTAURO DELLE SUPERFICI - CATEGORIA OS2-A..... | 158 |
| PARTE I - QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI..... | 158 |
| <i>Art. V.1 - Norme generali</i> | <i>158</i> |
| <i>Art. V.2 - Saggi e verifiche sui materiali e sui metodi di applicazione.....</i> | <i>159</i> |
| <i>Art. V.3 - Criteri di esecuzione e requisiti dei materiali</i> | <i>159</i> |
| <i>Art. V.4 - Acqua</i> | <i>160</i> |
| <i>Art. V.5 - Calci</i> | <i>160</i> |
| <i>Art. V.6 - Leganti.....</i> | <i>160</i> |
| <i>Art. V.7 - Malte</i> | <i>161</i> |

| | |
|--|------------|
| <i>Art. V.8 - Biocidi e diserbanti.....</i> | <i>162</i> |
| <i>Art. V.9 - Supportanti per impacchi e compresse.....</i> | <i>162</i> |
| <i>Art. V.10 - Consolidanti.....</i> | <i>163</i> |
| PARTE II - MODALITÀ ESECUTIVE DELLE OPERE DI CATEGORIA OS2-A..... | 163 |
| PARTE II.I - Lavori generali sulle superfici decorate e sui manufatti | 163 |
| <i>Art. V.11 - Pronto intervento</i> | <i>163</i> |
| <i>Art. V.12 - Velinatura</i> | <i>163</i> |
| <i>Art. V.13 - Puntellature</i> | <i>164</i> |
| <i>Art. V.14 - Realizzazione di controforme e di strutture di sostegno.....</i> | <i>164</i> |
| <i>Art. V.15 - Rimozione di depositi superficiali incoerenti</i> | <i>164</i> |
| <i>Art. V.16 - Rimozione di depositi parzialmente aderenti</i> | <i>165</i> |
| <i>Art. V.17 - Trattamenti di disinfezione e disinfestazione</i> | <i>165</i> |
| <i>Art. V.18 - Estrazione di sali solubili</i> | <i>165</i> |
| PARTE II.II - Lavori specifici sulle superfici parietali..... | 165 |
| <i>Art. V.19 - Ristabilimento della coesione della pellicola pittorica.....</i> | <i>166</i> |
| <i>Art. V.20 - Ristabilimento dell'adesione della pellicola pittorica</i> | <i>166</i> |
| <i>Art. V.21 - Ristabilimento della coesione degli strati preparatori</i> | <i>167</i> |
| <i>Art. V.22 - Ristabilimento dell'adesione degli strati preparatori.....</i> | <i>167</i> |
| <i>Art. V.23 - Rimozione di incrostazioni, concrezioni e patine.....</i> | <i>168</i> |
| <i>Art. V.24 - Asportazione di olii, cere, fissativi</i> | <i>168</i> |
| <i>Art. V.25 - Distacco di porzioni di intonaco dal supporto.....</i> | <i>168</i> |
| <i>Art. V.26 - Preparazione dei frammenti staccati per la ricollocazione in situ</i> | <i>169</i> |
| <i>Art. V.27 - Ricollocazione in situ di frammenti staccati.....</i> | <i>169</i> |
| <i>Art. V.28 - Rimozione di stuccature in materiale non idoneo</i> | <i>169</i> |
| <i>Art. V.29 - Stuccatura e microstuccatura dei difetti di superficie.....</i> | <i>169</i> |
| <i>Art. V.30 - Reintegrazione pittorica delle stuccature e delle cadute della pellicola pittorica.....</i> | <i>170</i> |
| PARTE II.III - Lavori specifici sulle superfici pavimentali..... | 170 |
| <i>Art. V.31 - Stacco a massetto di strato preparatorio pavimentale.....</i> | <i>170</i> |
| <i>Art. V.32 - Preparazione delle porzioni staccate per la ricollocazione in situ</i> | <i>170</i> |
| <i>Art. V.33 - Ricollocazione in situ delle porzioni staccate.....</i> | <i>171</i> |
| <i>Art. V.34 - Ristabilimento della coesione delle superfici in battuto e degli strati preparatori</i> | <i>171</i> |
| <i>Art. V.35 - Stuccatura delle fessure, reintegrazione delle piccole lacune, riposizionamento degli inerti staccati</i> | <i>171</i> |
| PARTE II.IV - Lavori specifici sui manufatti | 172 |
| <i>Art. V.36 - Distacco di porzioni di controsoffitto a incannucciato dal supporto</i> | <i>172</i> |
| <i>Art. V.37 - Preparazione dei frammenti staccati di controsoffitto per la ricollocazione in situ</i> | <i>172</i> |
| <i>Art. V.38 - Ricollocazione in situ delle porzioni di controsoffitto staccate</i> | <i>172</i> |

| | |
|--|------------|
| <i>Art. V.39 - Rimozione di stuccature in materiale non idoneo da calchi in cemento.....</i> | <i>172</i> |
| <i>Art. V.40 - Ristabilimento della coesione della matrice delle superfici in terracotta e dei calchi in cemento</i> | <i>173</i> |
| <i>Art. V.41 - Ricomposizione di elementi distaccati su manufatti in terracotta e calchi in cemento ..</i> | <i>173</i> |
| <i>Art. V.42 - Risarcimento di fessure e soluzioni di continuità su manufatti in terracotta.....</i> | <i>173</i> |
| <i>Art. V.43 - Risarcimento di fessure e soluzioni di continuità su calchi in cemento.....</i> | <i>173</i> |
| <i>Art. V.44 - Ristabilimento dell'adesione di fessure e distacchi su elementi in terracotta</i> | <i>174</i> |
| <i>Art. V.45 - Ristabilimento dell'adesione di fessure e distacchi su calchi in cemento</i> | <i>174</i> |
| <i>Art. V.46 - Riempimento delle 'bolle di getto' dei calchi in gesso</i> | <i>174</i> |
| <i>Art. V.47 - Risarcimento dei difetti di adesione dei calchi in gesso.....</i> | <i>175</i> |
| <i>Art. V.48 - Rimozione di stuccature in materiale non idoneo da calchi in gesso</i> | <i>175</i> |
| <i>Art. V.49 - Stuccatura e microstuccatura dei difetti di superficie di calchi in gesso.....</i> | <i>175</i> |
| <i>Art. V.50 - Trattamento di elementi metallici.....</i> | <i>175</i> |
| PARTE II.V – Documentazione dello stato di fatto e degli interventi | 175 |
| <i>Art. V.51 - Relazione Illustrativa.....</i> | <i>176</i> |
| <i>Art. V.52 - Elaborati grafici.....</i> | <i>176</i> |
| <i>Art. V.53 - Documentazione fotografica generale e di dettaglio prima, durante e dopo l'intervento</i> | <i>176</i> |
| <i>Art. V.54 - Revisioni e Specifiche al Piano di Manutenzione e raccomandazioni manutentive</i> | <i>176</i> |
| CAPO VI – IMPIANTI ELETTRICI, SPECIALI ED ILLUMINAZIONE | 178 |
| PARTE I - QUALITÀ DEI MATERIALI E MODALITÀ DI ESECUZIONE | 178 |
| <i>Art. VI.1 - Scavi a sezione obbligata e scavi in genere</i> | <i>178</i> |
| <i>Art. VI.2 - Posa cavidotti</i> | <i>178</i> |
| <i>Art. VI.3 - Rinterri.....</i> | <i>178</i> |
| <i>Art. VI.4 - Posa dei cavi.....</i> | <i>178</i> |
| <i>Art. VI.5 - Materiali, proprietà fisiche e meccaniche cavidotti</i> | <i>178</i> |
| <i>Art. VI.6 - Materiali, proprietà fisiche e meccaniche cavi.....</i> | <i>180</i> |
| <i>Art. VI.7 - Canalizzazioni</i> | <i>180</i> |
| <i>Art. VI.8 - Posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi</i> | <i>182</i> |
| <i>Art. VI.9 - Posa aerea di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti</i> | <i>182</i> |
| CAPO VII - LAVORI DIVERSI | 182 |
| <i>Art. VII.1 – Lavori non specificati nei precedenti articoli</i> | <i>182</i> |
| <i>Art. VII.2 - Lavori eventualmente non previsti.....</i> | <i>182</i> |
| CAPO VIII - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI | 183 |
| <i>Art. VIII.1 - Consegna delle aree di cantiere</i> | <i>183</i> |
| <i>Art. VIII.2 - Proprietà dei materiali di recupero e scavo.....</i> | <i>183</i> |
| <i>Art. VIII.3 - Rinvenimenti fortuiti</i> | <i>183</i> |

| | |
|---|------------|
| <i>Art. VIII.4 - Situazione generale e gestione del cantiere.....</i> | <i>183</i> |
| <i>Art. VIII.5 - Orario di lavoro.....</i> | <i>183</i> |
| <i>Art. VIII.6 - Criteri per la misurazione e la valutazione dei lavori</i> | <i>184</i> |
| <i>Art. VIII.7 - Contabilità e riserve.....</i> | <i>184</i> |
| <i>Art. VIII.8 - Documenti contabili.....</i> | <i>184</i> |
| <i>Art. VIII.9 - Tenuta dei documenti</i> | <i>184</i> |
| <i>Art. VIII.10 - Documentazione dello stato di fatto e degli interventi – Cat.OG2.....</i> | <i>185</i> |
| CAPO IX - AVVERTENZE | 185 |
| <i>Art. IX.1 - Elenco prezzi unitari.....</i> | <i>185</i> |
| <i>Art. IX.2 - Ulteriori obblighi e responsabilità dell'Appaltatore</i> | <i>187</i> |
| <i>Art. IX.3 - Manodopera.....</i> | <i>188</i> |
| <i>Art. IX.4 - Direzione del cantiere</i> | <i>188</i> |
| <i>Art. IX.5 - Danni di forza maggiore</i> | <i>189</i> |
| <i>Art. IX.6 – Responsabilità per danni</i> | <i>189</i> |
| <i>Art. IX.7 - Insufficienti indicazioni di progetto.....</i> | <i>189</i> |
| CAPO X - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI | 189 |
| <i>Art. X.1 - Generalità.....</i> | <i>189</i> |
| <i>Art. X.2 - Demolizioni e rimozioni</i> | <i>191</i> |
| <i>Art. X.3 - Mercedi per mano d'opera.....</i> | <i>191</i> |
| <i>Art. X.4 – Materiali (per le sole voci presenti in Elenco Prezzi)</i> | <i>191</i> |
| <i>Art. X.5 - Noli</i> | <i>191</i> |
| <i>Art. X.6 - Trasporti.....</i> | <i>191</i> |
| <i>Art. X.7 - Scavi in genere</i> | <i>191</i> |
| <i>Art. X.8 - Rinterri.....</i> | <i>192</i> |
| <i>Art. X.9 - Drenaggi</i> | <i>192</i> |
| <i>Art. X.10 - Conglomerati cementizi non armati ed armati</i> | <i>192</i> |
| <i>Art. X.11 - Conglomerati cementizi alleggeriti</i> | <i>192</i> |
| <i>Art. X.12 - Acciaio d'armatura per strutture in c.a.....</i> | <i>193</i> |
| <i>Art. X.13 - Rete metallica elettrosaldata per strutture in c.a.....</i> | <i>193</i> |
| <i>Art. X.14 - Armature principali, casseforme e armature secondarie.....</i> | <i>193</i> |
| <i>Art. X.15 - Strutture metalliche</i> | <i>193</i> |
| <i>Art. X.16 - Murature in genere</i> | <i>193</i> |
| <i>Art. X.17 – Opere in marmo e pietre naturali</i> | <i>194</i> |
| <i>Art. X.18 – Opere in ferro.....</i> | <i>194</i> |
| <i>Art. X.19 - Lavori in legname.....</i> | <i>195</i> |
| CAPO XI - OPERE ED APPRESTAMENTI PER LA SICUREZZA | 195 |
| <i>Art. XI.1 - Oggetto dell'Appalto</i> | <i>195</i> |

| | |
|---|------------|
| Art. XI.2 - Ammontare dell'Appalto | 196 |
| Art. XI.3 - Obblighi ed oneri dell'Appaltatore..... | 196 |
| Art. XI.4 - Obblighi ed oneri dei lavoratori autonomi e delle imprese subappaltatrici | 197 |
| Art. XI.5 - Obblighi ed oneri del direttore tecnico di cantiere | 197 |
| Art. XI.6 - Personale dell'Appaltatore..... | 198 |
| Art. XI.7 - Condizioni dell'Appalto, presa visione ed effettuata valutazione | 198 |
| Art. XI.8 - Subappalti..... | 198 |
| Art. XI.9 - Opere relative ad attrezzature, apprestamenti e procedure esecutive | 198 |
| Art. XI.10 - Sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato o per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza | 199 |
| Art. XI.11 - Provvista dei materiali, qualità, accettazione ed impiego degli stessi..... | 199 |
| Art. XI.12 - Norme antinfortunistiche | 199 |
| Art. XI.13 - Normativa di riferimento..... | 199 |

CAPO I – NORME TECNICO-AMMINISTRATIVE DELL'APPALTO

PARTE I – Natura e oggetto dell'Appalto

Art. I.1 - Oggetto dell'Appalto

PREMESSO:

- che il D.P.R. 207 del 5 ottobre 2010, entrato in vigore nel giugno del 2011, prevede che il Responsabile Unico del Procedimento, nella fase successiva alla pubblicazione della Programmazione Triennale delle opere pubbliche di cui all'articolo 13, curi la redazione del Documento Preliminare alla Progettazione per ogni opera che verrà poi inserita nell'elenco annuale (allegato di bilancio);
- che il Documento Preliminare alla Progettazione (DPP) relativo a: Boscoreale (Na) – 'Villa Regina - Progettazione Coperture' – Programmazione ordinaria 2012/2014, è stato redatto dal R.U.P. Arch. Immacolata Bergamasco, funzionario della Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Pompei, Ercolano e Stabia, competente per la tutela del bene oggetto del DPP, il 23 gennaio 2013, ai sensi del D.P.R. 207/2010 (art 10 comma 1 lett. c);
- che a seguito dell'approvazione del succitato DPP la Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Pompei, Ercolano e Stabia (che successivamente sarà chiamata Stazione Appaltante) ha affidato l'incarico per la Progettazione Preliminare, Esecutiva e il Coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori all'Arch. Carlo Monda, con sede in Roma, via di Val Cannuta n. 16 (che successivamente sarà chiamato Professionista);
- che il Professionista ha redatto il presente Capitolato Speciale d'Appalto, che per tutto quanto previsto e non in contrasto fa riferimento al Capitolato Generale d'Appalto dei lavori pubblici adottato con decreto del Ministero dei lavori pubblici del 19 aprile 2000, n.145, che verrà più brevemente chiamato Capitolato Generale o C. G., nonché al d.lgs. 163/2006 e s.m.i.) e al d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i., per quanto non in contrasto con il citato d.lgs. 163/2006 e s.m.i.

Tutto ciò premesso, formano oggetto del presente Appalto le opere, le somministrazioni e le prestazioni occorrenti per realizzare a misura il **'Progetto Coperture: manutenzione ordinaria e straordinaria delle coperture, delle strutture murarie e degli apparati decorativi di "Villa Regina" presso gli Scavi di Boscoreale'**.

Sono compresi nell'Appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo (art. 33, d.lgs. 163/2006 e s.m.i) con i relativi allegati, con riguardo anche alla particolarità delle lavorazioni da eseguirsi su strutture archeologiche, delle quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

redatto in base all'articolo 16 del DPR 207/2010

QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

| | | |
|-----------------------|---|---------------------|
| A.1 | LAVORI (A.1.1+A.1.2+A.1.3+A.2.1) | € 652 046,22 |
| A.1.1 | Opere di categoria OG2 (escluso economie) | 284 133,77 |
| A.1.1.1 | Lavori a Misura | 272 034,96 |
| A.1.1.2 | Lavori a Corpo | 12 098,81 |
| A.1.1.3 | Quota di manodopera per le opere di Cat. OG2 | 113 723,08 |
| A.1.2 | Opere di Categoria OS2-A (escluso economie) | 322 520,18 |
| A.1.2.1 | Lavori a Misura | 313 014,03 |
| A.1.2.2 | Lavori a Corpo | 9 506,15 |
| A.1.2.3 | Quota di manodopera per le opere di Cat. OS2-A | 257 613,23 |
| A.1.3 | Opere in Economia di cui | 21 479,55 |
| A.1.3.1 | Opere in Economia cat. OG2 | 18 759,80 |
| A.1.3.2 | Opere in Economia cat. OS2-A | 2 719,75 |
| A.2 | Costi della sicurezza | 24 970,91 |
| A.2.1 | Opere per la Sicurezza per l'attuazione del PSC (non soggetti a ribasso) | 23 912,72 |
| A.2.2 | Incidenza della Sicurezza opere OG2 | 655,45 |
| A.2.3 | Incidenza della Sicurezza opere OS2-A | 402,74 |
| B | <u>SOMME A DISPOSIZIONE della Stazione Appaltante</u> | € 339 953,78 |
| B.1 | Imprevisti | € 30 000,00 |
| B.2 | Rilievi, accertamenti ed indagini | € 6 000,00 |
| B.3 | Spese Tecniche di cui | € 34 500,00 |
| B.3.1 | Rilievo e modellazione | 30 000,00 |
| B.3.3 | Direzione Operativa per le opere strutturali | 4 500,00 |
| B.4 | Collaudo Statico | € 5 600,00 |
| B.5 | Pubblicazione del lavoro | € 10 000,00 |
| B.6 | Progettazione impianto di illuminazione | € 12 000,00 |
| B.7 | Progettazione copertura amb. Ibis (cella vinaria) | € 10 000,00 |
| B.8 | Accantonamento per transazione ed accordo bonario ai sensi dell'art. 12 del DPR 207/2010" (3%) | € 19 561,39 |
| B.9 | Spese assicurazioni per attività di verifica (ai sensi dell' Art. 57 DPR 207/2010) | € 372,07 |
| B.10 | Aliquota Smaltimento rifiuti | € 10 021,80 |
| B.11 | Incentivo art. 92 D.Lgs 163/2006 (2% lavori) | € 13 040,92 |
| B.12 | Pubblicità | € 10 000,00 |
| B.13 | IVA e contributi di cui | € 178 857,60 |
| B.13.1 | IVA al 22% sui lavori | 143 450,17 |
| B.13.2 | IVA al 22% (B.1, B.2, B.3, B.4, B.5, B.6, B.7, B.8, B.9, B.10, B.12) | 32 572,16 |
| B.13.3 | CNPAIA attività Professionali 4% su (B.2 + B.3 + B.4 + B.6) + IVA al 22% | 2 835,28 |
| TOTALE APPALTO | | € 992 000,00 |

Art. I.2 - Ammontare dell'Appalto

L'importo dei lavori a base di gara formanti oggetto del presente Appalto, viene stabilito, in via presuntiva, in
€ 652.046,22 (in lettere Euro seicentocinquantaduemilaquarantasei /22) come risulta dal seguente prospetto:

Tabella A: importo dei lavori in appalto

| | | |
|------------|---|---------------------|
| | Totale Lavori (A+B+D.1+E) | € 652.046,22 |
| | | |
| A | Opere di categoria OG2 (A1+A2+E1) | € 302.893,57 |
| A.1 | Opere a misura | € 272.034,96 |
| A.2 | Opere a corpo | € 12.098,81 |
| | | |
| B | Opere di categoria OS2-A (B1+B2+E2) | € 325.239,93 |
| B.1 | Opere a misura | € 313.014,03 |
| B.2 | Opere a corpo | € 9.506,15 |
| | | |
| C | <u>Manodopera</u> | € 371.336,31 |
| C.1 | Manodopera OG2 | € 113.723,08 |
| C.2 | Manodopera OS2-A | € 257.613,23 |
| | | |
| D | <u>Totale Opere soggette a ribasso (A+B)</u> | € 628.133,50 |
| | | |
| E | Costi della Sicurezza | € 24.970,91 |
| | Opere per la Sicurezza per l'attuazione del PSC | € 23.912,72 |
| E.1 | (non soggette a ribasso) | |
| E.2 | Incidenza della Sicurezza | € 1.058,19 |
| | | |
| F | Opere in economia | € 21.479,55 |
| F.1 | Opere in economia di categoria OG2 | € 18.759,80 |
| F.2 | Opere in economia di categoria OS2-A | € 2.719,75 |
| | <u>Totale Opere non soggette a ribasso (E.1)</u> | € 23.912,72 |

L'importo contrattuale corrisponde all'importo dei lavori come risultante dal ribasso offerto dall'aggiudicatario in sede di gara, applicato all'importo, nella tabella sopra riportata, di cui al punto "D", aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere di cui al punto "E.1" e non oggetto dell'offerta ai sensi del combinato disposto dell'articolo 131, comma 3, del d.lgs. 163/2006 e dell'articolo 12, commi 1 e 5, primo periodo, del decreto legislativo n. 81 del 2008 e s.m.i.

Il costo relativo alla sicurezza (costo per l'attuazione del PSC), stimato complessivamente in € 23.912,72 (Euro ventitremilanovecentododici/72), è compreso nell'importo a base d'asta, come previsto da specifico computo metrico estimativo redatto dall'Arch. Carlo Monda nell'ambito del Piano di Sicurezza e Coordinamento. Resta inteso che, prima della consegna, l'Appaltatore, senza alcun altro onere per la Stazione Appaltante, dovrà far fronte agli adempimenti di cui all'art. 31 della legge 415/1998, nonché a quelli relativi all'obbligo di presentare un programma di esecuzione lavori e di ottemperare a quanto disposto in materia di sicurezza e prevenzione (decreto legislativo n. 81 del 2008 e s.m.i.). L'ammontare dell'Appalto sopra riportato è puramente indicativo.

La Stazione Appaltante si riserva, infatti, l'insindacabile facoltà di introdurre nelle opere, all'atto esecutivo, quelle varianti che riterrà opportune (artt. 203 e 205 del d.lgs. 163/2006), per cui l'ammontare suddetto potrà subire aumenti o diminuzioni per effetto delle variazioni in più o in meno delle quantità da eseguire, e ciò tanto in via assoluta quanto nelle reciproche proporzioni, nel rispetto della normativa vigente.

Il limite del quinto in più o in meno di cui all'art. 10 del Capitolato Generale sarà considerato sull'importo complessivo dell'Appalto, invece non sarà considerato sui singoli capitoli restando pertanto inteso che non potrà essere richiesto dall'Appaltatore nessun compenso per eventuali variazioni o soppressioni di opere previste o per esecuzione di opere non previste.

Art. I.3 - Modalità di stipulazione del Contratto

Il Contratto è stipulato "a corpo" e "a misura" ai sensi dell'art. 53, comma 4 del d.lgs. 163/2006 e degli articoli 43, comma 6, e 119, comma 5, del regolamento d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207.

L'importo della parte di 'lavori a corpo' di cui all'art. 2, Tabella A, punto "A.2", come determinati in seguito all'offerta complessiva in sede di gara, restano fissi e invariabili, senza che possa essere invocata per alcuna delle parti contraenti, per tali valori, alcuna successiva verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti valori.

L'importo del contratto può variare, in aumento o in diminuzione, per la parte di lavori di cui all'art. 2, Tabella A, punto "A.1", previsti a misura negli atti progettuali, in base alle quantità effettivamente eseguite, fermi restando i limiti di cui all'art. 132 del DLgs 163/2006 e le condizioni previste dal presente Capitolato Speciale ovvero, con valore integrativo, dagli articoli 161 e 162 del DPR 207/2010.

Il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara s'intende offerto e applicato a tutti i prezzi unitari in elenco i quali, così ribassati, costituiscono i prezzi contrattuali da applicare alle singole quantità eseguite.

I prezzi contrattuali sono vincolanti per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili e ordinate o autorizzate ai sensi dell'art. 132 del d.lgs. 163/2006.

Art. I.4 - Categoria prevalente, categorie scorporabili, categorie subappaltabili

Ai sensi degli articoli n. 3 e 30 del Regolamento approvato con DPR n. 34 del 25 gennaio 2000 (d'ora in poi DPR n. 34/2000) e in conformità all'allegato "A" al predetto Regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere generali "OG2" (restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali ed ambientali).

I gruppi di lavorazioni omogenee di cui all'art. 43, commi 6, 7 e 8 del DPR 207/2010 sono indicati nella tabella B, riportata di seguito:

Tabella B:

| Cat. | Descrizione categorie | | Cat. (DPR 207/10) | Importo |
|------|--|----------|-------------------|-------------|
| 1 | Opere provvisionali | A misura | OG2 | € 51.684,04 |
| 2 | Demolizioni, rimozioni, tagli e perforazioni | A misura | OG2 | € 15.424,18 |
| 3 | Movimentazioni e trasporti | A misura | OG2 | € 5.039,05 |
| 4 | Formazione coperture | A misura | OG2 | € 96.103,25 |
| 5 | Opere metalliche | A misura | OG2 | € 66.489,87 |
| 6 | Opere in C.A. | A misura | OG2 | € 2.375,03 |
| 7 | Murature | A misura | OG2 | € 1.426,20 |
| 8 | Massetti | A misura | OG2 | € 8.953,22 |
| 9 | Opere da lattoniere | A misura | OG2 | € 4.118,64 |
| 10 | Opere di consolidamento e restauro | A misura | OG2 | € 14.820,12 |
| 11 | Opere per l'allontanamento delle acque | A misura | OG2 | € 1.094,17 |

| | | | | |
|----|---|-------------|------|--------------|
| 12 | Impianto elettrico e di illuminazione | A misura | OG2 | € 4.507,19 |
| 13 | Interventi preliminari, conoscitivi e documentali | A misura | OS2A | € 1.670,96 |
| 14 | Battuti in coccio pesto e preparazioni | A misura | OS2A | € 56.579,62 |
| 15 | Paramenti murari a faccia vista | A misura | OS2A | € 32.250,70 |
| 16 | Dipinti murali | A misura | OS2A | € 90.020,50 |
| 17 | Intonaci | A misura | OS2A | € 114.330,37 |
| 18 | Calchi in gesso | A misura | OS2A | € 3.345,12 |
| 19 | Calchi in cemento | A misura | OS2A | € 12.055,80 |
| 20 | Manufatti ceramici | A misura | OS2A | € 2.760,96 |
| 21 | Interventi preliminari | A corpo | OG2 | € 234,63 |
| 22 | Documentazione post operam | A corpo | OG2 | € 11.864,18 |
| 23 | Interventi preliminari, conoscitivi e documentali | A corpo | OS2A | € 2.759,34 |
| 24 | Controsoffitto a incannucciato | A corpo | OS2A | € 1.513,85 |
| 25 | Battuti in coccio pesto e preparazioni | A corpo | OS2A | € 822,78 |
| 26 | Manufatti ceramici | A corpo | OS2A | € 199,95 |
| 27 | Documentazione post operam | A corpo | OS2A | € 4.210,23 |
| 28 | Opere per la sicurezza | A corpo | | € 22.916,72 |
| 29 | Coordinamento e formazione | A corpo | | € 996,00 |
| 30 | Liste in economia | In economia | OG2 | € 18.759,80 |
| 31 | Liste in economia | In economia | OS2A | € 2.719,75 |

Tabella C - Opere generali e specializzate

| CATEGORIE OPERE GENERALI E SPECIALIZZATE | | | | |
|--|---|-----------|--|---|
| n. | LAVORI (AI SENSI DEL DPR 34/2000) | CATEGORIA | TIPO | IMPORTO |
| 1 | LAVORI RESTAURO BENI IMMOBILI Riguarda lo svolgimento di un insieme coordinato di lavorazioni specialistiche necessarie a recuperare, conservare, consolidare, trasformare, ripristinare, ristrutturare, sottoporre a manutenzione gli immobili di interesse storico soggetti a tutela a norma delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali. Riguarda altresì la realizzazione negli immobili di impianti elettromeccanici, elettrici, telefonici ed elettronici e finiture di qualsiasi tipo nonché di eventuali opere connesse, complementari e accessorie. | OG 02 | categoria prevalente, subappaltabile in misura non superiore al 30%; | euro 326.806,29 (comprensivo delle Opere per la Sicurezza) |

| | | | | |
|---|---|---------------|---|------------------------|
| 2 | SUPERFICI DECORATE DI BENI IMMOBILI Riguarda l'esecuzione del restauro, della manutenzione ordinaria e straordinaria di superfici decorate di beni architettonici di interesse storico, artistico e archeologico. | OS 2-A | cat. scorporabile, subappaltabile (in forma non frazionabile) in misura non superiore al 30%, a qualifica obbligatoria. | Euro 325.239,93 |
|---|---|---------------|---|------------------------|

La **Categoria prevalente** è pertanto **OG2**, per un importo totale pari a € **326.806,29** , pari al 50,12 % dell'importo lavori.

La categoria **OS2-A** incide sull'importo lavori per un totale di € 325.239,93, pari al 49,88 %.

Ai sensi dell'art. 201 del d.lgs. 163/2006, comma 4, si rammenta che per l'esecuzione dei lavori sui beni oggetto di intervento è sempre necessaria la qualificazione nella categoria di riferimento, a prescindere dall'incidenza percentuale che il valore degli interventi assume nell'Appalto complessivo.

Art. I.5 - Descrizione dei lavori - Forma e principali dimensioni delle opere

La forma e le principali dimensioni delle opere, che formano oggetto dell'Appalto, risultano dai documenti allegati al Contratto, salvo quanto verrà meglio precisato all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori per quanto di nuovo e imprevedibile dovesse emergere dalla realizzazione delle opere previste dal progetto esecutivo (artt. 203 e 205 del d.lgs. 163/2006).

Designazione sommaria delle opere

Gli interventi saranno molto particolareggiati, in quanto le strutture rivestono una particolare importanza archeologica. In linea generale si prevede:

Lavori di categoria OG2:

In tutti gli ambienti:

- Sostituzione di tutti i manti di copertura (compresi i regoli lignei);
- Sostituzione di tutti gli elementi di lattoneria per lo smaltimento delle acque;
- Ripristino degli architravi lignei esistenti e, solo nei casi più gravi, loro sostituzione;
- Ripristino delle creste murarie in gravi condizioni, realizzato attraverso il rifacimento della parte sommitale del sacco murario con malta idraulica naturale, aggregati pozzolanici e pietrame;
- Ricuciture murarie, piccole reintegrazioni necessarie al consolidamento delle strutture murarie esistenti;
- Inserimento in tutti gli ambienti di dispositivi di dissuasione per i volatili;
- Predisposizione di impianto elettrico per l'illuminazione notturna di tutti gli ambienti;
- Realizzazione di un percorso di valorizzazione che permetta la visita in sicurezza e tuteli l'integrità dell'edificio e di tutte le sue parti.
- Realizzazione di tutta la documentazione di dettaglio necessaria, da effettuarsi prima, durante e a fine lavori, come specificato negli elaborati di progetto.
- Realizzazione della predisposizione per l'impianto elettrico e di illuminazione interno della Villa;

Amb. III, VI e VII, Portico:

- Demolizione e ricostruzione di copertura *ad identicum*;
- Sostituzione dei dormienti e delle travi di compluvio in c.a. con travi in legno massello (castagno);
- Integrazione della grande lacuna pavimentale;

Amb. XII "Deposito":

- Demolizione e ricostruzione di copertura *ad identicum*;

Amb. V, Vbis, XI e XIII "quartiere abitativo meridionale":

- Rimozione della copertura esistente e della relativa struttura metallica di sostegno;
- Realizzazione di interventi di consolidamento delle murature;
- Integrazione muraria;
- Realizzazione di nuova copertura a orditura lignea con manto in coppi ed embrici e struttura metallica di sostegno;

Amb. VII "Terrazza piano primo":

- Rimozione della copertura trasparente esistente e della relativa struttura metallica di sostegno;
- Realizzazione di interventi di consolidamento delle murature;
- Integrazione muraria;
- Realizzazione di nuova copertura inclinata trasparente al livello della copertura del portico;

Amb. Ibis "Cella Vinaria":

- Sostituzione delle lastre in polycarbonato della copertura esistente e manutenzione della struttura metallica di sostegno.

Lavori di categoria OS2-A:

- Asportazione, restauro e ricollocazione al termine dei lavori di tutti i reperti mobili (calchi, terrecotte) presenti all'interno della Villa, comprese le porzioni di controsoffitto a incannucciato.
- Interventi di pulitura e consolidamento con prodotti inorganici su tutte le superfici in intonaco monocromo, sugli elementi fittili e sui calchi inamovibili, con eliminazione degli interventi pregressi ritenuti inidonei e stuccatura di bordi e lacune;
- Per le superfici pittoriche, oltre agli interventi di natura conservativa di cui sopra, si prevede anche l'esecuzione di interventi di presentazione estetica.
- Pulitura, reintegrazione delle piccole lacune e consolidamento dei pavimenti in battuto di cocciopesto con prodotti a base inorganica per renderli più stabili al calpestio;
- Realizzazione di tutta la documentazione di dettaglio necessaria, da effettuarsi prima, durante e a fine lavori, come specificato negli elaborati del presente Progetto Esecutivo.

Per una descrizione particolareggiata degli interventi si faccia riferimento ai documenti di Appalto: relazione tecnica, elaborati grafici, schede.

Peculiarità specifiche di alcune opere

I lavori si svolgono in un'area di grande valore archeologico. È pertanto richiesta estrema attenzione per la sicurezza e la tutela, la buona conservazione di tutte le strutture e dei livelli archeologici. Eventuali lavori di scavo, anche di minima entità, che si dovessero rendere necessari, dovranno essere effettuati esclusivamente avvisando con congruo anticipo la Direzione Lavori e avvalendosi obbligatoriamente, durante l'esecuzione dello scavo, dell'assistenza dell'archeologo, e comunque sotto la sorveglianza della Direzione dei Lavori e di un rappresentante del competente organo di tutela o di suo delegato. Tutte le operazioni relative all'utilizzo di prodotti biocidi

debbono essere effettuate nel rispetto delle procedure previste dalla normativa vigente in materia di salute dei lavoratori e sicurezza e protezione dell'ambiente, ivi compresa l'eventuale necessità di operatori abilitati.

PARTE II - Disciplina contrattuale

Art. I.6 - Contratto d'Appalto

La stipulazione del Contratto d'Appalto deve avere luogo entro sessanta (60) giorni dall'aggiudicazione (art. 11 c.9 d.lgs.163/2006).

Art. I.7 - Documenti che fanno parte del Contratto d'Appalto

Fanno parte integrante del Contratto di Appalto, oltre al presente Capitolato Speciale:

- a) tutti gli elaborati del progetto esecutivo, ivi compresi i particolari costruttivi, i progetti delle strutture e degli impianti, le relative relazioni di calcolo, nonché le relazioni geologiche e geotecniche ove richieste;
- b) l'Elenco dei Prezzi Unitari;
- c) il Piano di Sicurezza e di Coordinamento di cui all'articolo 100 del D.lgs. n. 81/2008 e al punto 2 dell'allegato XV allo stesso D.lgs., nonché le proposte integrative al predetto piano di cui all'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei Contratti e all'articolo 100, comma 5, del D.lgs. n. 81/2008, se accolte dal coordinatore per la sicurezza;
- d) il Piano Operativo di Sicurezza di cui all'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei Contratti, all'articolo 89, comma 1, lettera h), del D.lgs. n. 81/2008 e al punto 3.2 dell'allegato XV allo stesso D.lgs.;
- e) il Cronoprogramma di cui all'articolo 40 del D.P.R. n. 207/2010;
- f) il Protocollo di Legalità vigente tra la Prefettura U.G.T. di Napoli e la Stazione Appaltante al momento della stipula del contratto di appalto, fermo restando che, in caso di contrasto od incompatibilità tra quanto previsto nel presente capitolato e il suddetto Protocollo, prevarranno le clausole contenute in tale ultimo documento;
- g) le polizze di garanzia come da art. 113 del D.lgs. 163/2006

Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:

- a) Codice dei Beni Culturali – Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42 e ss.mm.ii.;
- b) Codice dei Contratti – Decreto Legislativo 12 aprile 2006 n. 163 e ss.mm.ii.;
- c) Regolamento di attuazione del Codice dei Contratti – Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010 n. 207 e ss.mm.ii.;
- d) Il Testo Unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro – Decreto Legislativo n. 81/2008 e ss.mm.ii.;
- e) Codice Antimafia – Decreto Legislativo 6 settembre 2011 e ss.mm.ii.;
- f) Tracciabilità dei flussi finanziari – Legge 13 agosto 2010, n. 136.

Art. I.8 - Interpretazione del Contratto e del Capitolato Speciale d'Appalto

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

In caso di norme del Capitolato Speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del Codice Civile.

Art. I.9 - Disposizioni particolari riguardanti l'Appalto

La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di opere pubbliche e quelli riguardanti, in particolare, i beni culturali ed ambientali (Uni- NorMaL), sia la normativa tecnica redatta dal CNR, dall'UNI, dall'UNICHIM, dalla CEI, e dalla commissione tecnica NorMaL anche se non espressamente richiamati nel presente capitolato, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

Ai sensi dell'art. 106, comma 2 del DPR 207/2010, l'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto col Responsabile Unico del Procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

Art. I.10 - Rappresentante dell'appaltatore e domicilio, direttore di cantiere

Per gli effetti del Contratto l'Appaltatore, nel rispetto delle procedure previste dall'art. 2 del Capitolato Generale (d.M. 145/2000), dovrà eleggere domicilio nel luogo ove ha sede l'ufficio della sorveglianza e direzione lavori; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal Contratto.

L'Appaltatore deve altresì comunicare le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.

Qualora l'Appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la Stazione Appaltante il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della Stazione Appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal Direttore Tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del Direttore Tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

L'Appaltatore, tramite il Direttore di Cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il Direttore dei Lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del Direttore di Cantiere e del personale dell'Appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'Appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

Ogni variazione del domicilio dell'Appaltatore, o delle persone da lui delegate per i ruoli di cui sopra, deve essere tempestivamente notificata alla Stazione Appaltante; ogni variazione del Direttore Tecnico deve essere accompagnata dal deposito presso la Stazione Appaltante del nuovo atto di mandato.

Art. I.11 - Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sottosistemi di impianti tecnologici oggetto dell'Appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel Capitolato Speciale di Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso Capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le prescrizioni di cui all'art. 167 del DPR 207/2010.

Art. I.12 - Denominazione in valuta

Tutti gli atti predisposti dalla Stazione Appaltante per ogni valore contenuto in cifra assoluta indicano la denominazione in euro.

Tutti gli atti predisposti dalla Stazione Appaltante per ogni valore contenuto in cifra assoluta, ove non diversamente specificato, devono intendersi IVA esclusa.

PARTE III - Garanzie

Art. I.13 - Garanzia provvisoria a corredo dell'offerta

Ai sensi dell'articolo 75, c.1, del d.lgs.163/2006 e s.m.i., l'offerta da presentare per l'affidamento dell'esecuzione dei lavori è corredata da una garanzia pari al 2 % (due per cento) dell'importo dei lavori a base d'asta, da presentare mediante fideiussione bancaria, polizza assicurativa fideiussoria anche rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'elenco speciale di cui all'art. 107 del d.lgs.1.9.1993, n. 385, che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie, a ciò autorizzati dal Ministero competente e conforme allo schema tipo 1.1 del d.M. 12/03/04 n. 123, assegno circolare o libretto al portatore. Tale cauzione copre la mancata sottoscrizione del Contratto per fatto dell'aggiudicatario.

Nel caso di presentazione di assegno, lo stesso dovrà essere solo "Circolare", intestato alla Stazione Appaltante e "NON TRASFERIBILE".

La garanzia provvisoria se prestata nella forma di assegno circolare o libretto al portatore deve essere accompagnata, a pena di esclusione, da una dichiarazione con la quale un fideiussore s'impegna a rilasciare la garanzia fideiussoria definitiva. Per quanto non esplicitato, la suddetta garanzia deve ottemperare a quanto previsto dall'art.75 del d.lgs.163/2006 e s.m.i..

Art. I.14 - Garanzia fideiussoria definitiva

Ai sensi dell'articolo 113, comma 1, del d.lgs.163/2006 e s.m.i., è richiesta una garanzia fideiussoria, a titolo di cauzione definitiva, pari al 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale.

Per tale garanzia si fa riferimento a quanto contenuto nel suddetto art. 113 del d.lgs.163/2006 e s.m.i.. La cauzione definitiva in conformità a quanto dettato dall'art. 123 del d.P.R. 207/2010, deve permanere fino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato. Alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio e del certificato di regolare esecuzione si procede allo svincolo della cauzione, ai sensi dell'art. 235 del d.P.R. 207/2010, con le cautele prescritte e leggi in vigore e sotto le riserve previste dall'art. 1669 del C.C.

Art. I.15 - Riduzione delle garanzie

Ai sensi dell'art. 40, comma 7, del DLgs 163/2006, l'importo della cauzione provvisoria di cui all'art. 13 del Capo I del presente Capitolato è ridotto al 50% per i concorrenti ai quali è stata rilasciata – da organismi accreditati ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000 – la certificazione di qualità conforme alle norme europee della serie UNI EN ISO 9000, ovvero la dichiarazione della presenza di elementi significativi e tra loro correlati di tale sistema.

Sempre ai sensi dell'art. 40, comma 7, del DLgs 163/2006, l'importo della garanzia fideiussoria di cui all'art. 14 del Capo I del presente Capitolato è ridotto al 50% per l'Appaltatore in possesso delle medesime certificazioni o dichiarazioni di cui al comma 1.

In caso di associazione temporanea di concorrenti le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate qualora il possesso delle certificazioni o delle dichiarazioni di cui al comma 1 sia comprovato dalla impresa capogruppo mandataria ed eventualmente da un numero di imprese mandanti, qualora la somma dei requisiti tecnico-organizzativi complessivi sia almeno pari a quella necessaria per la qualificazione dell'impresa singola.

Art. I.16 - Assicurazione a carico dell'Appaltatore

Ai sensi dell'articolo 129, comma 1 del d.lgs.163/2006, l'Appaltatore è obbligato almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori ai sensi del comma 1 dell'art. 125 del d.P.R. 207/2010, a produrre una polizza assicurativa conforme allo Schema Tipo 2.3 del d.M. 12.3.2004 n. 123 che tenga indenne la Stazione Appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori. La polizza assicurativa è prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione. La copertura delle predette garanzie assicurative decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.

La polizza assicurativa contro tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati deve coprire tutti i danni subiti dalla Stazione Appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti.

La polizza assicurativa deve prevedere, per quanto concerne i rischi di esecuzione:

- la copertura dei danni alle opere, temporanee e permanenti, eseguite o in corso di esecuzione per qualsiasi causa nel cantiere - compresi materiali e attrezzature di impiego e di uso ancorché in proprietà o in possesso dell'impresa e compresi i beni della Stazione Appaltante destinati alle opere - causati da furto e rapina, incendio, fulmini e scariche elettriche, tempesta e uragano, inondazioni e allagamenti, esplosione e scoppio, terremoto e movimento tellurico, frana, smottamento e crollo, acque anche luride e gas provenienti da rotture o perdite di condotte idriche, fognarie, gasdotti e simili, atti di vandalismo, altri comportamenti colposi o dolosi propri o di terzi;
- la copertura dei danni causati da errori di realizzazione, omissioni di cautele o di regole dell'arte, difetti e vizi dell'opera, in relazione all'integra garanzia a cui l'impresa è tenuta, nei limiti della perizia e delle capacità tecniche da essa esigibili nel caso concreto, per l'obbligazione di risultato che essa assume con il contratto d'appalto anche ai sensi dell'art. 1665 del Codice Civile.

Per quanto concerne invece i danni causati a terzi:

- la copertura dei danni che l'appaltatore deve risarcire quale civilmente responsabile verso prestatori di lavoro da esso dipendenti e assicurati secondo le norme vigenti e verso i dipendenti stessi non soggetti all'obbligo di assicurazione contro gli infortuni nonché verso i dipendenti dei subappaltatori, impiantisti e fornitori per gli infortuni da loro sofferti in conseguenza del comportamento colposo commesso dall'impresa o da un suo dipendente del quale essa debba rispondere ai sensi dell'art. 2049 del Codice Civile, e danni a persone dell'impresa, e loro parenti o affini, o a persone della Stazione Appaltante occasionalmente o saltuariamente presenti in cantiere e a consulenti dell'Appaltatore o della Stazione Appaltante;
- l'indicazione specifica che tra le "persone" si intendono compresi i rappresentanti della Stazione Appaltante autorizzati all'accesso al cantiere, i componenti dell'ufficio di Direzione dei Lavori, i coordinatori per la sicurezza, i collaudatori.

Tale polizza deve essere stipulata per una somma fissata nel bando di gara e deve assicurare la Stazione Appaltante contro la responsabilità civile verso terzi nel corso di esecuzione dei lavori; il massimale è pari al 5% della somma assicurata per le opere con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro.

L'omesso o il ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio da parte dell'Appaltatore non comporta l'inefficacia della garanzia.

La garanzia di cui al presente articolo, prestata dall'Appaltatore copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e fornitrici. Qualora l'Appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'art. 37, comma 5, del DLgs 163/2006, le stesse garanzie assicurative prestate dalla mandataria capogruppo coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

Per i lavori di importo superiore a quello determinato con decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai sensi dell'art. 129, comma 2 del DLgs 163/2006, l'Appaltatore è obbligato a stipulare, con decorrenza dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio, o del certificato di regolare esecuzione, una polizza indennitaria decennale, nonché una polizza per responsabilità civile verso terzi, della medesima durata, a copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi.

Le garanzie di cui al presente articolo, prestate dall'Appaltatore, coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'Appaltatore sia una riunione temporanea di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'articolo 37 del d.lgs. 163/2006, le stesse garanzie assicurative prestate dalla mandataria capogruppo coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

PARTE IV - Termini per l'esecuzione

Art. I.17 - Consegna e inizio dei lavori

L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.

È facoltà della Stazione Appaltante procedere in via d'urgenza, alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi degli articoli dell'art. 153, commi 1 e 4 del DPR 207/2010; in tal caso il Direttore dei Lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.

La Stazione Appaltante si riserva il diritto di consegnare i lavori nel loro complesso contemporaneamente, ovvero per parti in più riprese: in questo caso – ai sensi dell'art. 159 del DPR 207/2010- la data legale della consegna, a tutti gli effetti di legge e regolamento, sarà quella dell'ultimo verbale di consegna parziale.

Se nel giorno fissato e comunicato l'Appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il Direttore dei Lavori fissa una nuova data; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della Stazione Appaltante di risolvere il Contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.

Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa della Stazione Appaltante, l'Appaltatore può chiedere di recedere dal Contratto. L'istanza di recesso può essere accolta o meno dalla Stazione Appaltante. In caso di accoglimento l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tutte le spese contrattuali nonché di quelle effettivamente sostenute e documentate, ma in misura non superiore ai limiti indicati all'art. 159 del DPR 207/2010. Ove, invece, l'istanza non sia accolta e si proceda, quindi, tardivamente alla consegna, l'Appaltatore ha diritto ad un compenso per i maggiori oneri derivanti dal ritardo, le cui modalità di calcolo sono fissate sempre al citato art. 159 del DPR 207/2010.

L'Appaltatore deve trasmettere alla Stazione Appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; egli trasmette altresì, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, sia relativi al proprio personale che a quello delle imprese subappaltatrici.

Art. I.18 - Termini per l'ultimazione dei lavori

Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in 18 mesi (ossia 548 giorni naturali e consecutivi). Ai sensi e nel rispetto dell'art. 40 del DPR 207/2010, nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole nonché delle ferie contrattuali.

L'Appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del Cronoprogramma dei lavori che potrà fissare scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione Appaltante ovvero necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previo certificato di collaudo o certificato di regolare esecuzione, riferito alla sola parte funzionale delle opere.

Art. I.19 - Sospensioni e proroghe

Ai sensi dell'art. 158, comma 1, del DPR 207/2010, la Direzione dei Lavori d'ufficio o su segnalazione dell'Appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori, redigendo apposito verbale, qualora cause di forza maggiore, condizioni climatologiche od altre circostanze speciali impediscano in via temporanea l'esecuzione o la realizzazione a regola d'arte dei lavori. Tra le circostanze speciali rientrano le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'art. 132, comma 1, lettere a), b), b bis) e c), del DLgs 163/2006, queste ultime due qualora dipendano da fatti non prevedibili al momento della conclusione del Contratto.

Ai sensi dell'art. 158, comma 2, del DPR 207/2010, il Responsabile Unico del Procedimento può ordinare la sospensione dei lavori per ragioni di pubblico interesse o necessità.

Il verbale di sospensione è redatto in ogni caso dal Direttore dei Lavori con l'intervento dell'Appaltatore o di un suo legale rappresentante. Nell'ipotesi in cui l'Appaltatore non si presenti alla redazione del verbale o ne rifiuti la sottoscrizione, ai sensi dall'art. 158, comma 8, del DPR 207/2010, si procede a norma del successivo art. 190.

Nel verbale di sospensione, oltre alle ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori, è indicato il loro stato di avanzamento, l'importo corrispondente ai lavori già eseguiti, le opere la cui esecuzione resta interrotta, le cautele adottate affinché alla ripresa i lavori possano essere realizzati senza eccessivi oneri, la consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione. L'indicazione dell'importo corrispondente ai lavori già eseguiti ma non contabilizzati, è prevista in modo che nel caso in cui la sospensione duri più di novanta giorni si possa disporre il pagamento degli importi maturati sino alla data di sospensione, ai sensi dell'art. 141, comma 3, del DPR 207/2010.

Si applicano, in ogni caso, le disposizioni di cui all'art. 158 del DPR 207/2010.

Ai sensi dell'art. 159 del DPR 207/2010, qualora l'Appaltatore, per causa allo stesso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nei termini fissati, può chiedere con domanda motivata proroghe che, se riconosciute giustificate, sono concesse purché le domande pervengano con un anticipo di almeno 30 giorni rispetto al termine anzidetto.

L'Appaltatore non può mai attribuire, in tutto o in parte, le cause del ritardo di ultimazione dei lavori o del rispetto delle scadenze intermedie fissate dal programma esecutivo, ad altre ditte o imprese, se lo stesso non abbia tempestivamente e per iscritto denunciato alla Stazione Appaltante il ritardo imputabile a dette ditte e imprese.

I verbali di sospensione, redatti con adeguata motivazione a cura della Direzione dei Lavori e controfirmati dall'Appaltatore, devono pervenire al Responsabile Unico del Procedimento entro il quinto giorno naturale successivo alla loro redazione e devono essere restituiti controfirmati dallo stesso o dal suo delegato.

Art. I.20 - Penali e premio di accelerazione

Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata la penale di cui all'art. 145 del DPR 207/2010, in misura giornaliera pari al 0,3 dell'ammontare netto contrattuale.

Qualora la disciplina contrattuale preveda l'esecuzione della prestazione articolata in più parti, le penali di cui al comma precedente si applicano ai rispettivi importi nel caso di ritardo rispetto ai termini stabiliti per una o più di tali parti. La penale di cui sopra trova applicazione anche in caso di ritardo nell'inizio dei lavori e nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione.

Nei casi di inottemperanza dell'Appaltatore alle disposizioni di cui all'art. 48 del Capo I del presente Capitolato Speciale ("Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera") la Stazione Appaltante può decidere di procedere all'applicazione di una penale secondo le modalità del richiamato art. 48. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi di quanto sopra esposto non può superare il 10% dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'art. 136 del DLgs 163/2006, in materia di risoluzione del Contratto.

Art. I.21 - Danni di forza maggiore

Nel caso in cui si verificano danni ai lavori causati da forza maggiore si applicano le disposizioni di cui all'art. 166 del DPR 207/2010.

Art. I.22 - Programma esecutivo dei lavori dell'Appaltatore e Cronoprogramma

L'Appaltatore predispone e consegna alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, un proprio programma esecutivo, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma, oltre ad essere coerente coi tempi contrattuali, deve riportare, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento e deve essere approvato, prima dell'inizio dei lavori, dalla Direzione Lavori.

Il programma esecutivo dei lavori dell'Appaltatore può essere modificato o integrato ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:

- a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al Contratto;
- b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione Appaltante;
- c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione Appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione Appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione Appaltante;
- d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
- e) qualora sia richiesto dal Coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'art. 92 del DLgs 81/2008 e s.m. e i. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del Cronoprogramma predisposto dalla Stazione Appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale Cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione Appaltante nell'ipotesi in cui si verificano situazioni impreviste ed imprevedibili.

Ai sensi dell'art. 149, comma 2 lett. c), del DPR 207/2010, durante l'esecuzione dei lavori è compito dei direttori operativi, cioè dei tecnici che collaborano con il Direttore Lavori ed insieme a lui costituiscono la direzione lavori, curare l'aggiornamento del Cronoprogramma dei lavori e segnalare tempestivamente al Direttore dei Lavori le eventuali difformità rispetto alle previsioni contrattuali, proponendo i necessari interventi correttivi.

Ai fini dell'applicazione delle penali di cui all'art. 20 del Capo I del presente Capitolato Speciale si tiene conto del rispetto dei seguenti termini del predetto programma, considerati inderogabili, a partire dalla data di consegna dei lavori: ultimazioni dei lavori entro 18 mesi (548 giorni naturali e consecutivi) dalla consegna dei lavori.

Art. I.23 - Inderogabilità dei termini di esecuzione

Non costituiscono giustificato motivo di slittamento del termine di inizio e di ultimazione dei lavori nonché della loro irregolare conduzione secondo programma:

- a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
- b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal Direttore dei Lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
- c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'Appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla Direzione dei Lavori o espressamente approvati da questa;
- d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
- e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'Appaltatore comunque previsti dal presente capitolato;
- f) le eventuali controversie tra l'Appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
- g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'Appaltatore e il proprio personale dipendente.

Art. I.24 - Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

L'eventuale ritardo dell'Appaltatore rispetto ai termini per l'ultimazione dei lavori o sulle scadenze esplicitamente fissate allo scopo dal programma temporale superiore a 120 giorni naturali consecutivi produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione Appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'art. 136 del DLgs 163/2006.

La risoluzione del contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'Appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori e in contraddittorio con il medesimo Appaltatore.

Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'art. 23, comma 1, del Capo I del presente Capitolato è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'Appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal Direttore dei Lavori per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 2.

Sono a carico dell'Appaltatore i danni subiti dalla Stazione Appaltante a seguito della risoluzione del Contratto.

PARTE V - Disciplina economica

Art. I.25 - Anticipazione

Ai sensi dell'art. 140 del DPR 207/2010, nei casi consentiti dalla legge la Stazione Appaltante erogherà all'Appaltatore – entro 15 giorni dalla data di effettivo inizio dei lavori accertata dal Responsabile Unico del Procedimento – l'anticipazione sull'importo contrattuale prevista dalle norme vigenti. La ritardata corresponsione dell'anticipazione obbliga la Stazione Appaltante alla corresponsione degli interessi corrispettivi secondo quanto previsto dall'art. 1282 del Codice Civile.

Nel caso in cui l'esecuzione dei lavori non procede secondo i tempi contrattualmente previsti, l'anticipazione è revocata e sulle somme restituite sono dovuti gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione dell'anticipazione.

Ai sensi dell'art. 124 del DPR 207/2010, l'erogazione dell'anticipazione è in ogni caso subordinata alla costituzione di una garanzia fideiussoria, bancaria o assicurativa, di importo pari all'anticipazione stessa maggiorata del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione secondo il cronoprogramma dei lavori. L'importo della detta garanzia sarà gradualmente ed automaticamente ridotto, nel corso dei lavori, in funzione del progressivo recupero dell'anticipazione da parte della Stazione Appaltante.

Art. I.26 - Pagamenti in acconto

L'Appaltatore ha diritto a pagamenti in acconto in corso d'opera, mediante emissione di certificato di pagamento ogni volta che i lavori eseguiti, contabilizzati al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, raggiungano, al netto della ritenuta di garanzia, un importo non inferiore a 70.000,00 euro.

A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50% da liquidarsi, nulla ostando, a seguito dell'approvazione del collaudo provvisorio.

Entro i 45 giorni successivi all'avvenuto raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti di cui al comma 1, il Direttore dei Lavori emette lo stato di avanzamento dei lavori e il Responsabile Unico del Procedimento emette, entro lo stesso termine, il conseguente certificato di pagamento il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il ...» con l'indicazione della data.

La Stazione Appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 giorni, mediante emissione dell'apposito mandato.

Ai sensi dell'art. 141, comma 3, del DPR 207/2010, qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 45 giorni, per cause non dipendenti dall'Appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al primo comma.

Dell'emissione di ogni certificato di pagamento il Responsabile Unico del Procedimento provvede a dare comunicazione scritta, con avviso di ricevimento, agli enti previdenziali e assicurativi, compresa la cassa edile, ove richiesto.

Art. I.27 - Conto finale e pagamenti a saldo

Il conto finale dei lavori è redatto entro giorni 30 dalla data del certificato di ultimazione; è sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al Responsabile Unico del Procedimento. Col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è soggetta alle verifiche di collaudo o di regolare esecuzione.

Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'Appaltatore, su invito del Responsabile Unico del Procedimento, entro il termine perentorio di 30 giorni; se l'Appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il Responsabile Unico del Procedimento redige in ogni caso una sua relazione al conto finale.

La rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui all'art. 26 del Capo I del presente Capitolato, nulla ostando, è pagata entro 90 giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione. Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria ai sensi dell'art. 141, comma 9, del DLgs 163/2006, non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666, comma 2, del Codice Civile.

La garanzia fideiussoria di cui al comma 4 è costituita alle condizioni previste dai commi 1 e 3 dell'art. 124 del DPR 207/2010, e cioè è di importo pari al saldo maggiorato del tasso d'interesse legale applicato per il periodo che intercorre tra il collaudo provvisorio e il collaudo definitivo. Salvo quanto disposto dall'art. 1669 del Codice Civile, l'Appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione Appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

Art. I.28 - Ritardo nella contabilizzazione e/o nel pagamento delle rate di acconto

Ai sensi dell'art. 29 del Capo I del presente Capitolato Speciale, non sono dovuti interessi per i primi 45 giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni e delle circostanze per l'emissione del certificato di pagamento e la sua effettiva emissione e messa a disposizione della Stazione Appaltante per la liquidazione; trascorso tale termine senza che sia emesso il certificato di pagamento, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'art. 133, comma 1, del DLgs 163/2006.

Non sono dovuti interessi per i primi 30 giorni intercorrenti tra l'emissione del certificato di pagamento e il suo effettivo pagamento; trascorso tale termine senza che la Stazione Appaltante abbia provveduto al pagamento, sono dovuti all'Appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'art. 133, comma 1, del DLgs 163/2006.

Il pagamento degli interessi di cui al presente articolo avviene d'ufficio in occasione del pagamento, in acconto o a saldo, immediatamente successivo, senza necessità di domande o riserve.

È facoltà dell'Appaltatore, trascorsi i termini di cui ai commi precedenti, ovvero nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'art. 1460 del codice civile, rifiutando di adempiere alle proprie obbligazioni se la Stazione Appaltante non provveda contemporaneamente al pagamento integrale di quanto maturato; in alternativa, è facoltà dell'appaltatore, previa costituzione in mora della Stazione Appaltante, promuovere il giudizio arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto, trascorsi 60 giorni dalla data della predetta costituzione in mora, in applicazione dell'art. 133, comma 1, del DLgs 163/2006.

Art. I.29 - Pagamenti a saldo

Non sono dovuti interessi per i primi 90 giorni intercorsi tra l'emissione del certificato di collaudo provvisorio ed il suo effettivo pagamento; trascorso tale termine senza che la Stazione Appaltante abbia provveduto al pagamento, sono dovuti all'Appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo. Trascorso infruttuosamente anche quest'ultimo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora sino al pagamento.

Art. I.30 - Revisione prezzi

Ai sensi dell'art. 133, comma 2, del DLgs 163/2006, è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'art. 1664, comma 1, del Codice Civile.

Ai sensi dell'art. 133, comma 3, del DLgs 163/2006, al contratto si applica il prezzo chiuso, consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale da applicarsi, nel caso in cui la differenza tra il tasso di inflazione reale e il tasso di inflazione programmato nell'anno precedente sia superiore al 2%, all'importo dei lavori ancora da eseguire per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi. La detta percentuale è fissata, con decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti da emanare entro il 30 giugno di ogni anno, nella misura eccedente la predetta percentuale del 2%.

Art. I.31 - Cessione del Contratto e cessione dei crediti

È vietata la cessione del Contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.

È ammessa la cessione dei crediti, ai sensi del combinato disposto dell'art. 117 del DLgs 163/2006 e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, in originale o in copia autenticata, sia trasmesso alla Stazione Appaltante prima o contestualmente al certificato di pagamento sottoscritto dal Responsabile Unico del Procedimento.

Art. I.32 - Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia - Invariabilità dei prezzi

I prezzi unitari in base ai quali, dopo deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, compensano anche:

- a) circa i materiali, ogni spesa (per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc.), nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;
- b) circa gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;
- c) circa i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso;

d) circa i lavori a misura ed a corpo, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa, ecc., e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi del presente capitolato.

I prezzi medesimi, per lavori a misura ed a corpo, nonché il compenso a corpo, diminuiti del ribasso offerto, si intendono accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio. Essi sono fissi ed invariabili.

PARTE VI - Disposizioni per l'esecuzione

Art. I.33 - Direzione dei lavori

Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione, la Stazione Appaltante, ai sensi dell'art. 147 del DPR 207/2010, istituisce un ufficio di Direzione dei Lavori costituito da un Direttore dei Lavori ed eventualmente (*in relazione alla dimensione e alla tipologia e categoria dell'intervento*) da uno o più assistenti con funzioni di direttore operativo o di ispettore di cantiere.

Il Direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di Direzione dei Lavori ed interloquisce, in via esclusiva, con l'Appaltatore in merito agli aspetti tecnici ed economici del Contratto.

Ai sensi dell'art. 152 del DPR 207/2010 il Direttore dei Lavori impartisce tutte le disposizioni ed istruzioni all'Appaltatore mediante un ordine di servizio redatto in due copie sottoscritte dal Direttore dei lavori emanante e comunicate all'Appaltatore che le restituisce firmate per avvenuta conoscenza.

L'ordine di servizio deve necessariamente essere per iscritto in modo tale da poter essere poi disponibile, in caso di necessità, come prova delle disposizioni emanate.

Art. I.34 - Proprietà dei materiali di escavazione e di demolizione

I materiali provenienti da scavi e demolizioni, di proprietà della Stazione Appaltante, saranno trasportati e regolarmente accatastati dall'Appaltatore:

- se si tratta di materiale terroso destinato al riutilizzo, detto materiale verrà accatastato in tale zona, dopo opportuni accordi con la DL;
- se si tratta di materiale da costruzione destinato al riutilizzo, detto materiale verrà accatastato in zone predisposte secondo decisione della DL, in accordo con la Direzione degli Scavi;
- se si tratta di reperti archeologici le modalità di trasporto e di stoccaggio sono da definirsi di volta in volta con la DL e con la Direzione degli Scavi;

Art. I.35 - Variazione dei lavori

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'Appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio dovessero risultare opportune, senza che perciò l'Appaltatore possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a congruo dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dall'art. 132 del DLgs 163/2006, dagli articoli 43, comma 8, 161 e 162 del DPR 207/2010.

Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della Direzione Lavori.

Qualunque reclamo o riserva che l'Appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.

Non sono considerati varianti, ai sensi dell'art. 132, comma 3 primo periodo, del DLgs 163/2006, gli interventi disposti dal Direttore dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10% per tutti i lavori delle categorie di lavoro dell'appalto, come individuate nella tabella "B" dell'art. 2 del Capo I del presente Capitolato Speciale d'Appalto, e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato.

Ai sensi dell'art. 132, comma 3 secondo periodo, del DLgs 163/2006, sono ammesse, nell'esclusivo interesse dell'amministrazione, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempre che non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obbiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5% dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.

E' sottoscritto un atto di sottomissione quale appendice contrattuale, che deve indicare le modalità di contrattazione e contabilizzazione delle lavorazioni in variante.

Non sussistono eventuali limiti di spesa alle varianti, salvo in caso di:

- aumento che eccede il quinto dell'importo originario di contratto; in tal caso sarà preventivamente chiesto il consenso a procedere dell'appaltatore;
- errore progettuale per cui la variante eccede il quinto dell'importo originario del contratto; detta circostanza è trattata all'art. 45 del presente capitolato.
- utilizzo di materiali, componenti e tecnologie non esistenti al momento della progettazione che possono determinare, significativi miglioramenti nella qualità dell'opera o di sue parti senza alterare l'impostazione progettuale (art. 132, comma 1, lett. b), del DLgs 163/2006); in tal caso l'importo in aumento relativo a tali varianti deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera;
- lavori disposti dal Direttore dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio, non considerate peraltro varianti, e di varianti finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità; in tal caso vale quanto prescritto ai commi 4 e 5 del presente articolo.

Art. I.36 - Varianti per errori od omissioni progettuali

Qualora, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto esecutivo, tali da pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, si rendono necessarie varianti eccedenti il quinto dell'importo originario del contratto, la Stazione Appaltante procede, ai sensi dell'art. 132, comma 4, del DLgs 163/2006, alla risoluzione del Contratto con indizione di una nuova gara alla quale è invitato l'Appaltatore originario.

La risoluzione del Contratto comporta il pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10% dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto originario.

Ai sensi dell'art. 132, comma 2, del DLgs 163/2006, i titolari dell'incarico di progettazione sono responsabili dei danni subiti dalla Stazione Appaltante, in conseguenza di errori od omissioni della progettazione.

Per tutto quanto non espressamente dettagliato in merito alle varianti col presente ed il precedente articolo, si rimanda alla normativa in materia come richiamata al comma 1 dell'art. 44 del Capo I del presente Capitolato.

Art. I.37 - Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

Le variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi contrattuali e, nel caso in cui l'elenco di progetto non li preveda, si procede alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento e coi criteri dettati dall'art. 136 del Reg. 554/1999.

PARTE VII - Disposizioni in materia di sicurezza

Art. I.38 - Norme di sicurezza generali

I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene. L'Appaltatore è, altresì, obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.

L'Appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.

L'Appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

Art. I.39 - Sicurezza sul luogo di lavoro

L'Appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del DLgs 81 del 9 aprile 2008 così come modificato dal DLgs 3 agosto 2009, n. 106, nonché le disposizioni dello stesso decreto e s.m. e i. applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

Art. I.40 - Piani di sicurezza

L'Appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione Appaltante, ai sensi del DLgs 81/2008 e s.m. e i. Il piano di sicurezza e coordinamento risponderà alle prescrizioni di cui all'art. 100 del DLgs 81/2008 e s.m. e i.

Ai sensi dell'art. 100, comma 5, del DLgs 81/2008 e s.m. e i. e dell'art. 131, comma 4, del DPR 163/2006, l'Appaltatore può presentare al coordinatore per l'esecuzione, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza di coordinamento, nei seguenti casi:

- a. per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'impresa ovvero per poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
- b. per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese (in quanto non previste e/o prevedibili) nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.

Il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione deve pronunciarsi tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del Coordinatore sono vincolanti per l'Appaltatore.

Qualora il Coordinatore non si pronunci entro il termine di 10 giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'Appaltatore, nei casi di cui al comma 2, lett. a), le proposte si intendono accolte.

Qualora il Coordinatore non si sia pronunciato entro il termine di 10 giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'Appaltatore, prorogabile una sola volta di 5 giorni lavorativi, nei casi di cui al comma 2, lett. b), le proposte si intendono rigettate.

Nei casi di cui al comma 2, lett. a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare, ai sensi dell'art. 100, comma 5, del DLgs 81/2008 e s.m. e i., variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.

Nei casi di cui al comma 2, lett. b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

Art. I.41 - Piano operativo di sicurezza

Ai sensi dell'art. 131, comma 2, lett. c), del DPR 163/2006, l'Appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori, redige e consegna al Coordinatore per la Sicurezza nella fase di Esecuzione (CSE), un Piano Operativo di Sicurezza (POS) per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza dovrà rispondere ai requisiti di cui all'Allegato XV del DLgs 81/2008 e s.m. e i.. L'approvazione del POS da parte del CSE, costituisce condizione necessaria affinché tale documento possa essere ufficialmente depositato in cantiere e trasmesso alla Stazione Appaltante.

Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del Piano di sicurezza e di coordinamento.

Prima dell'inizio dei lavori l'impresa affidataria trasmette il piano di sicurezza e coordinamento alle imprese esecutrici ed ai lavoratori autonomi.

Prima dell'inizio dei rispettivi lavori ciascuna impresa esecutrice trasmette il proprio piano di sicurezza all'impresa affidataria, la quale, previa verifica della congruenza rispetto al proprio, lo trasmette al Coordinatore per l'Esecuzione. I lavori hanno inizio dopo l'esito positivo delle suddette verifiche che sono effettuate tempestivamente e comunque non oltre 15 giorni dall'avvenuta ricezione.

Art. I.42 - Osservanza e attuazione dei Piani di Sicurezza e Coordinamento

L'Appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del DLgs 81/2008 e s.m. e i.

I Piani di Sicurezza e coordinamento (PSC) devono essere redatti in conformità alle direttive 89/391/CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, 92/57/CEE del Consiglio, del 24 giugno 1992, alla relativa normativa nazionale di recepimento, ai regolamenti di attuazione e alla migliore letteratura tecnica in materia.

Ai sensi dell'art. 90, comma 9, del DLgs 81/2008 e s.m. e i., l'impresa esecutrice o le imprese esecutrici è/sono obbligata/e a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta della Stazione Appaltante o del Coordinatore:

- la propria idoneità tecnico-professionale (cioè in possesso di capacità organizzative, nonché disponibilità di forza lavoro, di macchine e attrezzature in relazione ai lavori da realizzare), secondo le modalità dell'Allegato XVII del DLgs 81/2008 e s.m. e i;
- l'indicazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate dall'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti.

L'Appaltatore esonera la Stazione Appaltante da ogni responsabilità per le conseguenze di eventuali sue infrazioni che venissero accertate durante l'esecuzione dei lavori relative alle leggi speciali sull'igiene, la sicurezza e la salute nei luoghi di lavoro.

L'Appaltatore deve imporre le stesse modalità di accesso al cantiere, in merito alla sicurezza, a tutti i subcontraenti, inoltre è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere: subappaltatori, fornitori in opera, noli a caldo, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle diverse imprese, presenti in cantiere, compatibili tra loro e coerenti con il POS dell'appaltatore, approvato dal CSE. Nell'ipotesi di associazione temporanea di impresa o di consorzio, detto obbligo incombe all'impresa mandataria o designata quale capogruppo. L'Appaltatore deve lasciare dichiarazione sottoscritta di avvenuta verifica dei POS delle imprese. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del POS da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Il responsabile per la sicurezza dell'Appaltatore è il referente per tutte le ditte presenti in cantiere ed è pertanto responsabile del controllo che le disposizioni impartite, in accordo con il CSE in sede di riunione ai lavoratori presenti in cantiere, vengano rispettate e avverte il Coordinatore per la Sicurezza di eventuali ripetute mancanze.

L'Appaltatore deve inoltre comunicare alla Stazione Appaltante il nominativo del responsabile e degli addetti al servizio di prevenzione e protezione (RSPP), la cui presenza dovrà essere garantita in cantiere, e ad istituire in cantiere una squadra addetta alla verifica delle opere provvisorie, alla loro manutenzione, e in caso di rimozione delle stesse, del loro tempestivo ripristino.

Per effetto di quanto sopra, quindi, ogni e qualsiasi danno o responsabilità che dovesse derivare dal mancato rispetto delle disposizioni appena richiamate, farà carico esclusivamente all'Appaltatore, con esonero totale da parte della Stazione Appaltante.

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento ed il Piano Operativo di Sicurezza formano parte integrante del Contratto di Appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'Appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del Contratto.

PARTE VIII - Disciplina del subappalto

Art. I.43 - Subappalto

Ai sensi dell'art. 118, comma 2, del DLgs 163/2006, tutte le prestazioni nonché lavorazioni, a qualsiasi categoria appartengano, sono subappaltabili e affidabili in cottimo, ferme restando le vigenti disposizioni che prevedono per particolari ipotesi il divieto di affidamento in subappalto.

Sempre ai sensi del comma 2 dell'art. 118 del DLgs 163/2006, l'affidamento in subappalto o in cottimo è sottoposto alle seguenti condizioni:

- a) che l'Appaltatore all'atto dell'offerta o, in caso di varianti in corso di esecuzione, all'atto dell'affidamento dei lavori in variante abbia indicato i lavori o le parti di opere che intende subappaltare o concedere in cottimo; l'omissione delle indicazioni sta a significare che il ricorso al subappalto o al cottimo è vietato e non può essere autorizzato;
- b) che l'Appaltatore provveda al deposito del contratto di subappalto presso la Stazione Appaltante almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni e unitamente, alla dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento, a norma dell'articolo 2359 del Codice Civile, con l'impresa alla quale è affidato il subappalto o il cottimo; (analoga dichiarazione deve essere effettuata, in caso di associazione temporanea, società di imprese o consorzio, da ciascuna delle imprese partecipanti);
- c) che l'Appaltatore, al momento del deposito del contratto di subappalto presso la Stazione Appaltante (di cui alla lettera b), trasmetta altresì la certificazione attestante il possesso, da parte del subappaltatore, dei requisiti di qualificazione prescritti dal DLgs n. 163/06 in relazione alla prestazione subappaltata nonché la dichiarazione del subappaltatore attestante il possesso dei requisiti generali di cui all'art. 38 del DLgs 163/2006;
- d) che non sussista, nei confronti del subappaltatore, alcuno dei divieti previsti dall'art. 10 della legge n. 575 del 1965, e successive modificazioni e integrazioni (qualora l'importo del contratto di subappalto sia superiore a 154.937,07 e, l'appaltatore deve produrre alla Stazione Appaltante la documentazione necessaria agli adempimenti di cui alla vigente legislazione in materia di prevenzione dei fenomeni mafiosi e lotta alla delinquenza organizzata, relativamente alle imprese subappaltatrici e cottimiste, con le modalità di cui al DPR 252/1998; resta fermo che, ai sensi dell'art. 12, comma 4, dello stesso DPR 252/1998, il subappalto è vietato, a prescindere dall'importo dei relativi lavori, qualora per l'impresa subappaltatrice sia accertata una delle situazioni indicate dall'art. 10, comma 7, del citato DPR 252/1998).

Il subappalto e l'affidamento in cottimo devono essere autorizzati preventivamente dalla Stazione Appaltante in seguito a richiesta scritta dell'Appaltatore; l'autorizzazione è rilasciata entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta, ferme restando le vigenti disposizioni che prevedono per particolari ipotesi, di cui al comma successivo del presente articolo, un tempo diverso; tale termine può essere prorogato una sola volta per non più di 30 giorni, ove ricorrano giustificati motivi; trascorso il medesimo termine, eventualmente prorogato, senza che la Stazione Appaltante abbia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa a tutti gli effetti qualora siano verificate tutte le condizioni di legge per l'affidamento del subappalto.

Ai sensi dell'art. 118, comma 8, del DLgs 163/2006, per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o a 100.000 €, il termine per il rilascio dell'autorizzazione da parte dell'Amministrazione è di 15 giorni.

L'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti obblighi:

- a) per le prestazioni affidate in subappalto l'Appaltatore deve praticare, ai sensi dell'art. 118, comma 4, del DLgs 163/2006, gli stessi prezzi unitari risultanti dall'aggiudicazione, con ribasso non superiore al 20%;
- b) nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati, ai sensi del comma 5 dell'art. 118 del DLgs 163/2006, anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, completi degli estremi relativi ai requisiti di cui al comma 2 lett. c) del presente articolo;
- c) le imprese subappaltatrici, ai sensi dell'art. 118, comma 6 primo periodo, del DLgs 163/2006, devono osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dal contratto collettivo nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori;
- d) l'Appaltatore risponde in solido con le imprese subappaltatrici dell'osservanza delle norme anzidette appalto; da parte di queste ultime e, quindi, dell'effettuazione e del versamento delle ritenute fiscali sui redditi di lavoro dipendente e del versamento dei contributi previdenziali e dei contributi assicurativi obbligatori per gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali dei dipendenti, a cui sono tenute le imprese subappaltatrici stesse; gli importi dovuti per la responsabilità solidale di cui al precedente periodo non possono eccedere l'ammontare del corrispettivo dovuto dall'Appaltatore al subappaltatore;
- e) l'Appaltatore e, per suo tramite, le imprese subappaltatrici, sempre ai sensi dell'art. 118, comma 6, del DLgs 163/2006, devono trasmettere alla Stazione Appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, assicurativi ed antinfortunistici; devono, altresì, trasmettere periodicamente all'Amministrazione copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva.

Le presenti disposizioni si applicano anche ai raggruppamenti temporanei di imprese e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente i lavori scorporabili, nonché ai concessionari per la realizzazione di opere pubbliche.

Ai fini del presente articolo è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedano l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2% dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000 € e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto di subappalto.

I lavori affidati in subappalto non possono essere oggetto di ulteriore subappalto pertanto il subappaltatore non può subappaltare a sua volta i lavori. Fanno eccezione al predetto divieto le forniture con posa in opera di impianti e di strutture speciali individuate con apposito regolamento; in tali casi il fornitore o il subappaltatore, per la posa in opera o il montaggio, può avvalersi di imprese di propria fiducia per le quali non sussista alcuno dei divieti di cui al comma 3, lett. d). È fatto obbligo all'Appaltatore di comunicare alla Stazione Appaltante, per tutti i sub-contratti, il nome del sub-contraente, l'importo del sub-contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.

Art. I.44 - Responsabilità in materia di subappalto

L'Appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione Appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.

Il Direttore dei Lavori e il Responsabile Unico del Procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'art. 92 del DLgs 81/2008 e s.m.i., provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità del subappalto.

Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dal DL 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da 6 mesi ad un anno).

Art. I.45 - Pagamento dei subappaltatori e ritardi nei pagamenti

La Stazione Appaltante non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti e l'appaltatore è obbligato a trasmettere alla stessa Stazione Appaltante, entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate.

Ai sensi dell'art. 35, comma 29, della legge 248/2006, la responsabilità solidale dell'Appaltatore nei confronti delle imprese subappaltatrici viene meno se quest'ultimo, acquisendo la relativa documentazione prima del pagamento del corrispettivo, verifica che gli adempimenti di cui al comma 28 dell'art. 35 della legge 248/2006 (connessi con le prestazioni di lavori dipendente concernenti l'opera) siano stati correttamente eseguiti dal subappaltatore.

PARTE IX - Controversie, manodopera, esecuzione d'ufficio

Art. I.46 - Controversie

Ai sensi dell'art. 240, comma 14, del DLgs 163/2006, qualora in corso d'opera, le riserve iscritte sui documenti contabili superino il limite del 10% dell'importo contrattuale, il responsabile unico del procedimento ha facoltà di promuovere la costituzione di un'apposita commissione, di cui può volendo far parte, affinché questa, acquisita la relazione riservata del Direttore dei Lavori e, ove costituito dell'organo di collaudo, formuli, entro 90 giorni dall'apposizione dell'ultima riserva, una proposta motivata di accordo bonario oppure, acquisite le suddette relazioni, formulare lui stesso proposta motivata di accordo bonario.

La costituzione della commissione di cui al comma 1 è altresì promossa dal Responsabile Unico del Procedimento, indipendentemente dall'importo economico delle riserve ancora da definirsi, al ricevimento da parte dello stesso del certificato di collaudo o di regolare esecuzione; in tal caso la commissione formula la proposta motivata di accordo bonario, entro 90 giorni da detto ricevimento.

Ai sensi dell'art. 239 del DLgs 163/2006, anche al di fuori dei casi in cui è previsto il ricorso al procedimento di accordo bonario di cui ai commi 1 e 2, le controversie scaturite dall'esecuzione dei lavori possono essere risolte mediante transazione purché nel rispetto del Codice Civile.

Nei casi di cui al comma 4, la proposta di transazione può essere formulata o direttamente dall'Appaltatore o dal dirigente competente della Stazione Appaltante, previa audizione dell'appaltatore stesso. Qualora sia l'Appaltatore a formulare la proposta di transazione, il dirigente competente, sentito il Responsabile Unico del Procedimento, esamina la stessa.

La transazione deve avere forma scritta a pena di nullità.

Art. I.47 - Termini per il pagamento delle somme contestate

Ai sensi dell'art. 240, comma 19, del DLgs 163/2006 il pagamento delle somme riconosciute in sede di accordo bonario deve avvenire entro 60 giorni dalla data di sottoscrizione dell'accordo bonario stesso. Decorso tale termine, spettano all'Appaltatore gli interessi al tasso legale.

Il pagamento delle somme riconosciute negli altri casi deve avvenire entro 60 giorni dalla data di emissione del provvedimento esecutivo con cui sono state definite le controversie. Decorso tale termine, spettano all'Appaltatore gli interessi al tasso legale.

Art. I.48 - Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

Ai sensi dell'art. 4 del DPR 207/2010, l'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:

a) nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente Appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori;

- b) i suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche qualora non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica;
- c) è responsabile in rapporto alla Stazione Appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'Appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione Appaltante;
- d) è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.

In caso di inottemperanza, accertata dalla Stazione Appaltante o ad essa segnalata da un Ente preposto, la Stazione Appaltante medesima comunica all'Appaltatore l'inadempienza accertata e può procedere a una detrazione del 10% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra; il pagamento all'Appaltatore delle somme accantonate non è effettuato sino a quando non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Ai sensi dell'art. 5, comma 1, del DPR 207/2010, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente, qualora l'Appaltatore invitato a provvedervi, entro 15 giorni non vi provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta, la Stazione Appaltante può pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'appaltatore in esecuzione del contratto.

Ai sensi dell'art. 36 *bis*, comma 1, della legge 248/2006, qualora il personale ispettivo del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale (anche su segnalazione dell'Istituto nazionale della previdenza sociale e dell'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro) riscontri l'impiego di personale non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria, in misura pari o superiore al 20% del totale dei lavoratori regolarmente occupati nel cantiere, ovvero in caso di reiterate violazioni della disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, di cui agli articoli 4, 7 e 9 del DLgs 66/2003 e s.m., può adottare il provvedimento di sospensione dei lavori.

Nei casi di cui al comma precedente, il provvedimento di sospensione può essere revocato laddove si accerti:

- a) la regolarizzazione dei lavoratori non risultanti dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria;
- b) il ripristino delle regolari condizioni di lavoro, nelle ipotesi di reiterate violazioni alla disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale.

Ai sensi dell'art. 36 *bis*, comma 2, della legge 248/2006, i datori di lavoro debbono munire il personale occupato di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. I lavoratori, dal canto loro, sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri, i quali sono tenuti a provvedervi per proprio conto.

Nel caso in cui siano presenti contemporaneamente nel cantiere più datori di lavoro o lavoratori autonomi, dell'obbligo di cui al comma precedente risponde in solido il datore di lavoro.

I datori di lavoro con meno di dieci dipendenti possono assolvere all'obbligo di cui al comma 6 mediante annotazione, su un apposito registro di cantiere vidimato dalla Direzione provinciale del lavoro territorialmente competente da tenersi sul luogo di lavoro, degli estremi del personale giornalmente impiegato nei lavori. Ai fini del presente comma, nel computo delle unità lavorative si tiene conto di tutti i lavoratori impiegati a prescindere dalla tipologia dei rapporti di lavoro instaurati, ivi compresi quelli autonomi per i quali si applicano le disposizioni di cui al comma 4.

Ai sensi dell'art. 36 *bis*, comma 5, della legge 248/2006, la violazione delle previsioni di cui ai commi 6 e 8 comporta l'applicazione, in capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da 100 e a 500 e per ciascun lavoratore. Il lavoratore munito della tessera di riconoscimento di cui al comma 4 che non provvede ad esporla è, a sua volta, punito con la sanzione amministrativa da 50 e a 300 e.

Nei casi di instaurazione di rapporti di lavoro, i datori di lavoro sono tenuti a dare la comunicazione di cui all'articolo 9 *bis*, comma 2, della legge 608/1996 e s.m. e i. (di conversione del DL 510/1996), il giorno antecedente a quello in cui si instaurano i relativi rapporti, mediante documentazione avente data certa.

L'impiego di lavoratori non risultanti dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria è punito con la sanzione amministrativa da 1.500 e a 12.000 euro e per ciascun lavoratore, maggiorata di 150 e per ciascuna giornata di lavoro effettivo. L'importo delle sanzioni civili connesse all'omesso versamento dei contributi e premi riferiti a ciascun lavoratore di cui al periodo precedente non può essere inferiore a 3.000 e, indipendentemente dalla durata della prestazione lavorativa accertata.

Art. I.49 - Risoluzione del contratto

La Stazione Appaltante può decidere di procedere alla risoluzione del contratto nei casi previsti dagli articoli 135, 136 e 137 del DLgs 163/2006 nonché in caso di violazione dei piani di sicurezza di cui all'art. 131, comma 3 del DLgs 163/2006. Inoltre su segnalazione del Coordinatore per l'Esecuzione la Stazione Appaltante può procedere alla risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 92 lett. c) comma 1 del DLgs 81/2008.

Nei casi di cui all'art. 135 del DLgs 163/2006 (risoluzione per reati accertati), l'Appaltatore avrà diritto soltanto al pagamento dei lavori regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

Nei casi di cui all'art. 136, comma 1, del DLgs 163/2006 (risoluzione per grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali), il Direttore dei Lavori procede secondo quanto previsto ai commi 1, 2 e 3 di detto articolo.

Qualora, al di fuori dei casi di cui al precedente comma, l'esecuzione dei lavori ritardi per negligenza dell'Appaltatore rispetto alle previsioni del programma, il direttore dei lavori procede secondo quanto previsto ai commi 4, 5 e 6 dell'articolo 136 del DLgs 163/2006.

Nei casi di cui all'art. 137 del DLgs 163/2006 (risoluzione per inadempimento di contratti di cottimo) la risoluzione è dichiarata per iscritto dal Responsabile Unico del Procedimento, previa ingiunzione del direttore dei lavori, salvi i diritti e le facoltà riservate dal contratto alla Stazione Appaltante.

Ai sensi dell'art. 138 del DLgs 163/2006, il Responsabile Unico del Procedimento – nel comunicare all'Appaltatore la risoluzione del Contratto – dispone, con preavviso di 20 giorni, che il Direttore dei Lavori curi la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna.

Qualora sia stato nominato l'organo di collaudo, lo stesso redige, acquisito lo stato di consistenza di cui sopra, un verbale di accertamento tecnico e contabile, con cui è accertata la corrispondenza tra quanto eseguito fino alla risoluzione del contratto e ammesso in contabilità e quanto previsto nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante; è altresì accertata la presenza di eventuali opere, riportate nello stato di consistenza, ma non previste nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante.

Al momento della liquidazione finale dei lavori dell'Appalto risolto, è determinato l'onere da porre a carico dell'Appaltatore inadempiente in relazione alla maggiore spesa sostenuta per affidare ad altra impresa i lavori, ove la Stazione Appaltante non si sia avvalsa della facoltà prevista dall'art. 140, comma 1, del DLgs 163/2006.

Art. I.50 - Recesso dal contratto

Ai sensi dell'art. 134, comma 1 del DLgs 163/2006, la Stazione Appaltante ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto previo pagamento dei lavori eseguiti e del valore dei materiali utili esistenti in cantiere, oltre al decimo dell'importo delle opere non eseguite.

Il decimo dell'importo delle opere eseguite è dato dalla differenza tra l'importo dei quattro quinti del prezzo posto a base di gara, depurato del ribasso d'asta, e l'ammontare netto dei lavori eseguiti.

PARTE X - Disposizioni per l'ultimazione

Art. I.51 - Ultimazione dei lavori

Ai sensi dell'art. 199 del DPR 207/2010, l'ultimazione dei lavori, appena intervenuta, deve essere comunicata - per iscritto - dall'Appaltatore al Direttore dei Lavori, che procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio con l'Appaltatore e rilascia, senza ritardo alcuno, il certificato attestante l'avvenuta ultimazione in doppio esemplare.

In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal Direttore dei Lavori. Il Direttore dei Lavori, nell'effettuare le suddette constatazioni, fa riferimento alla *finalità dell'opera*, nel senso che considera la stessa ultimata, entro il termine stabilito, anche in presenza di rifiniture accessorie mancanti, purché queste ultime non pregiudichino la funzionalità dell'opera stessa.

Il certificato di ultimazione può prevedere l'assegnazione di un termine, non superiore a sessanta giorni, per consentire all'Appaltatore il completamento di tutte le lavorazioni di piccola entità, non incidenti sull'uso e la funzionalità dell'opera, per come accertate dal Direttore dei Lavori. Qualora si eccede tale termine senza che l'Appaltatore abbia completato le opere accessorie, il certificato di ultimazione diviene inefficace ed occorre redigerne uno nuovo che accerti l'avvenuto completamento.

Nel caso in cui l'ultimazione dei lavori non avvenga entro i termini stabiliti dagli atti contrattuali, è applicata la penale di cui all'art. 23 del Capo I del presente Capitolato, per il maggior tempo impiegato dall'Appaltatore nell'esecuzione dell'Appalto.

L'Appaltatore può chiedere, con istanza motivata, la disapplicazione parziale o totale della penale, nei casi di cui all'art. 145, comma 7 del DPR 207/2010. Detto provvedimento può essere adottato non in base a criteri discrezionali, ma solo per motivi di natura giuridica che escludono la responsabilità della ditta. In ogni caso, per la graduazione della penale, si valuta se quest'ultima è sproporzionata rispetto all'interesse della Stazione Appaltante. L'Appaltatore, nel caso di lavori non ultimati nel tempo prefissato e qualunque sia il maggior tempo impiegato, non ha facoltà di chiedere lo scioglimento del Contratto e non ha diritto ad indennizzo alcuno qualora la causa del ritardo non sia imputabile alla Stazione Appaltante.

Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione del collaudo finale da parte dell'Ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti all'art. 63 del Capo I del presente Capitolato.

Art. I.52 - Conto finale

Ai sensi dell'art. 200 del DPR 207/2010, il conto finale verrà compilato entro 30 giorni dalla data dell'ultimazione dei lavori.

Art. I.53 - Presa in consegna dei lavori ultimati

Ai sensi dell'art. 230 del DPR 207/2010, la Stazione Appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, ovvero nel termine assegnato dalla Direzione Lavori di cui all'articolo precedente.

Qualora la Stazione Appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'Appaltatore per iscritto, lo stesso Appaltatore non può opporsi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta. Egli può però chiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.

La presa in consegna anticipata non incide sul giudizio definitivo sul lavoro e su tutte le questioni che possano sorgere al riguardo, e sulle eventuali e conseguenti responsabilità dell'Appaltatore.

La presa di possesso da parte della Stazione Appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del Direttore dei Lavori o per mezzo del Responsabile Unico del Procedimento, in presenza dell'Appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.

Qualora la Stazione Appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'Appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal precedente articolo.

Art. I.54 - Termini per il collaudo e la regolare esecuzione

Ai sensi del dell'art. 141, comma 1, del DLgs 163/2006, il collaudo finale deve aver luogo entro 6 mesi dall'ultimazione dei lavori.

Le operazioni di collaudo e l'emissione del relativo certificato devono eseguirsi entro 12 mesi dall'ultimazione dei lavori. Il certificato di collaudo ha inizialmente carattere provvisorio ed assume carattere definitivo solo decorsi 2 anni dalla sua emissione ovvero dal termine previsto, nel presente Capitolato, per detta emissione.

Ai sensi dell'art. 219 del DPR 207 e dell'art. 141 del DLgs 163/2006, il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria, non comporta lo scioglimento dell'Appaltatore dal vincolo delle responsabilità concernenti eventuali difformità e vizi fino a quando lo stesso non diviene definitivo. L'Appaltatore è, pertanto, tenuto, nei 2 anni di cui al comma 2, alla garanzia per le difformità e i vizi dell'opera, indipendentemente dalla intervenuta liquidazione del saldo.

PARTE XI - Norme finali

Art. I.55 - Oneri ed obblighi diversi a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore

Oltre gli oneri di cui al DPR 207/2010 e al presente Capitolato Speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri ed obblighi seguenti:

1. La fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal Direttore dei Lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al Direttore dei Lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'Appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'art. 1659 del Codice Civile.
2. I movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, la recinzione del cantiere stesso con solido steccato in legno, in muratura, o metallico, l'approntamento delle opere provvisorie necessarie all'esecuzione dei lavori ed allo svolgimento degli stessi in condizioni di massima sicurezza, la pulizia e la manutenzione del cantiere, l'inghiaamento e la sistemazione delle sue strade in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dalla stessa Stazione Appaltante.
3. L'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione Appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di Contratto.
4. Le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal Progetto Esecutivo e dal presente Capitolato.
5. Le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'Appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione Appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza.
6. La disponibilità, entro il recinto del cantiere e nei luoghi che saranno designati dalla Direzione dei Lavori, di locali, ad uso Ufficio del personale di Direzione ed assistenza, allacciati alle utenze (luce, acqua, telefono), dotati di servizi igienici, arredati, illuminati e riscaldati a seconda delle richieste della Direzione, compresa la relativa manutenzione.
7. L'approntamento dei necessari locali di cantiere per le maestranze, che dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici e di idoneo smaltimento dei liquami.
8. L'esecuzione di un'opera campione ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal Capitolato Speciale o sia richiesto dalla Direzione dei Lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili.

9. La redazione dei calcoli o dei disegni costruttivi per tutte le opere strutturali in cemento armato, metalliche, in muratura, in legno, redatti da un ingegnere od architetto iscritto al rispettivo Ordine professionale; l'approvazione del progetto da parte del Direttore dei Lavori non solleva l'Appaltatore, il Progettista ed il Direttore del cantiere, per le rispettive competenze, dalla responsabilità relativa alla stabilità delle opere.
- L'Appaltatore dovrà inoltre far eseguire, a proprie spese, le prove sui cubetti di calcestruzzo e sui tondini d'acciaio, per i quali i laboratori legalmente autorizzati rilasceranno i richiesti certificati.
10. La reazione degli elaborati as-built di tutte le opere realizzate da sottoporre all'approvazione della Direzione dei Lavori e da redigersi in accordo alle istruzioni impartite dalla stessa Direzione dei Lavori.
11. L'esecuzione, presso gli Istituti incaricati, di tutte le prove tecniche ed i saggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio direttivo munendoli di suggelli a firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.
12. La esecuzione di ogni prova di carico che sia ordinata dalla Direzione dei Lavori su pali di fondazione, solai, e qualsiasi altra struttura portante, di rilevante importanza statica.
13. Il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo, della continuità degli scolli delle acque e del transito sulle vie o sentieri, pubblici o privati, adiacenti le opere da eseguire.
14. La riparazione di eventuali danni che, in dipendenza delle modalità di esecuzione dei lavori, possano essere arrecati a persone o a proprietà pubbliche e private sollevando da qualsiasi responsabilità sia la Stazione Appaltante che la Direzione dei Lavori o il personale di sorveglianza e di assistenza.
15. L'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e decreti relativi alle assicurazioni varie degli operai contro gli infortuni sul lavoro, la disoccupazione involontaria, la invalidità e vecchiaia, la tubercolosi, e delle altre disposizioni in vigore o che potranno intervenire in corso di Appalto. Resta stabilito che in caso di inadempienza, sempreché sia intervenuta denuncia da parte delle competenti autorità, l'Amministrazione procederà ad una detrazione della rata di acconto nella misura del 20% che costituirà apposita garanzia per l'adempimento dei detti obblighi, ferma l'osservanza delle norme che regolano lo svincolo della cauzione e delle ritenute regolamentari. Sulla somma detratta non saranno per qualsiasi titolo corrisposti interessi.
16. La comunicazione all'Ufficio della Direzione Lavori, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera. Per ogni giorno di ritardo rispetto alla data fissata dall'Ufficio per l'inoltro delle notizie suddette, verrà applicata una multa pari al 10% della penalità prevista all'art. 23 del presente Capitolato, restando salvi i più gravi provvedimenti che potranno essere adottati per la irregolarità di gestione e per le gravi inadempienze contrattuali.
17. Le spese per la fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'Appalto, nel numero e dimensioni che saranno di volta in volta indicati dalla Direzione Lavori. Resta inteso che tale documentazione dovrà essere eseguita da professionista esperto.
18. L'assicurazione contro gli incendi di tutte le opere e del cantiere dall'inizio dei lavori fino al collaudo finale, comprendendo nel valore assicurato anche le opere eseguite da altre Ditte; l'assicurazione contro tali rischi dovrà farsi con polizza intestata alla Stazione Appaltante.
19. La richiesta, prima della realizzazione dei lavori, a tutti i soggetti diversi dalla Stazione Appaltante (ConSORZI, rogge, privati, Provincia, ANAS, ENEL, Telecom e altri eventuali) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, dei permessi necessari e a seguire di tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.
20. La pulizia quotidiana col personale necessario dei locali in costruzione, delle aree di deposito temporaneo, delle vie di transito del cantiere e dei locali destinati alle maestranze ed alla Direzione Lavori, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre Ditte.

21. Il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette a qualunque altra Impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente Appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto della Stazione Appaltante, nonché, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'uso parziale o totale, da parte di dette Imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente alla esecuzione dei lavori che la Stazione Appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre Ditte, dalle quali, come dalla Stazione Appaltante, l'Appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta.
22. Provvedere, a sua cura e spese e sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico e al trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori, nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre ditte per conto della Stazione Appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'Appaltatore.

Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati è conglobato nei prezzi dei lavori e nell'eventuale compenso a corpo, fisso ed invariabile, di cui all'art. 2 del Capo I del presente Capitolato.

Art. I.56 - Obblighi speciali a carico dell'Appaltatore

L'Appaltatore è obbligato a:

- a) intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato non si presenti (art. 185, comma 2 del DPR 207/2010);
- b) firmare i libretti delle misure, i brogliacci, le liste settimanali e gli eventuali disegni integrativi a lui sottoposti dal Direttore dei Lavori (articoli 181 e 185 del DPR 207/2010);
- c) consegnare al Direttore dei Lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal Capitolato Speciale d'Appalto e ordinate dal Direttore dei Lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura (articoli 186 del DPR 207/2010);
- d) consegnare al Direttore dei Lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal Direttore dei Lavori (articoli 187 del DPR 207/2010);

L'Appaltatore è obbligato a produrre alla Direzione dei Lavori adeguata documentazione fotografica, in relazione a lavorazioni di particolare complessità, ovvero non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione o comunque a richiesta della Direzione dei Lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, deve recare in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state effettuate le relative rilevazioni.

Art. I.57 - Custodia del cantiere

E' a carico e a cura dell'Appaltatore la guardia e la sorveglianza sia di giorno che di notte, con il personale necessario, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose della Stazione Appaltante e delle piantagioni che saranno consegnate all'Appaltatore. Ciò anche durante i periodi di sospensione e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione Appaltante.

Art. I.58 - Cartello di cantiere

L'Appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero un esemplare del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno 100 cm di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 1° giugno 1990, n. 1729/UL, curandone i necessari aggiornamenti periodici.

Art. I.59 - Spese contrattuali, imposte, tasse

Sono a carico dell'Appaltatore senza diritto di rivalsa tutte le spese di bollo (comprese quelle inerenti gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione) e registro, della copia del Contratto e dei documenti e disegni di progetto. Il presente Contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (IVA).

L'IVA è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto si intendono IVA esclusa.

CAPO II – NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. II.1 - Lavori a misura

Qualora in corso d'opera debbano essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi degli articoli 44 o 45 del presente Capitolato, e per tali variazioni ricorrano le condizioni di cui all'art. 43, comma 9, del DPR 207/2010, per cui risulti eccessivamente oneroso individuarne in maniera certa e definita le quantità e pertanto non sia possibile la loro definizione nel lavoro "a corpo", esse possono essere preventivate a misura. Le relative lavorazioni sono indicate nel provvedimento di approvazione della perizia con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo del contratto.

Qualora le stesse variazioni non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'art. 37 del presente Capitolato Speciale, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione "a corpo".

Non saranno comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto che non siano stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione degli eventuali lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.

La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'Elenco dei Prezzi Unitari allegato al presente Progetto Esecutivo.

Gli eventuali oneri per la sicurezza che fossero individuati a misura in relazione alle variazioni di cui al sopra, sono valutati sulla base dei relativi prezzi di elenco, ovvero formati ai sensi dell'articolo 37 del presente Capitolato Speciale, con le relative quantità.

Art. II.2 - Lavori a corpo

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella «B», contenuta all'art. 2 del presente Capitolato Speciale per farne parte integrante e sostanziale, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

L'Elenco dei Prezzi Unitari e il Computo Metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione.

Gli oneri per la sicurezza di cui all'art. 2, rigo "E.1" della Tabella «A» del presente Capitolato, sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta tabella «B», intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

Art. II.3 - Lavori in economia

La contabilizzazione dei lavori in economia, di cui all'art. 2 (Tabella «A») del presente Capitolato, è effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dall'art. 179 del DPR 207/2010.

I lavori in economia saranno eseguiti:

- in amministrazione diretta o per cottimi, se la spesa complessiva;
- non è superiore a 50.000 e (art. 125, comma 5 del DLgs 163/2006);
- per cottimi, se la spesa complessiva è pari o superiore a 40.000 e e fino a 200.000 e; in tal caso l'affidamento avverrà previa consultazione di almeno cinque operatori economici (se sussiste un numero tale di soggetti idonei), individuati sulla base di indagini di mercato ovvero tramite elenchi di operatori economici predisposti dalla Stazione Appaltante (art. 125, comma 8, del DLgs 163/2006);
- con affidamento diretto da parte del Responsabile Unico del Procedimento, senza cioè che venga predisposta neanche una gara informale, per lavori di importo inferiore a 40.000 e (art. 125, comma 8, del DLgs 163/2006).

Art. II.4 - Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'art. 29 del presente Capitolato, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal Direttore dei Lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal Direttore dei Lavori.

Art. II.5 - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori

Le norme di misurazione per la contabilizzazione sono le seguenti.

SCAVI IN GENERE

In aggiunta ai particolari obblighi emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri che dovrà affrontare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per palleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbatacchiature ed armature di qualsiasi genere ed entità, secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato compresi, le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- -per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti ecc.;

– per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi dovrà essere effettuata nei seguenti modi:

- a) -il volume degli *scavi di sbancamento* dovrà essere determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- b) -gli *scavi di fondazione* (di sbancamento, a sezione obbligata o a sezione ristretta) saranno computati, per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento; oppure dal terreno naturale, quando lo scavo di sbancamento non verrà effettuato. Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali poiché, ogni maggiore scavo, si riterrà già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco. Nel caso di scampanature messe in opera nella parte inferiore degli scavi, i relativi volumi dovranno essere valutati geometricamente, suddividendoli in figure elementari semplici ovvero, applicando il metodo delle sezioni ragguagliate; inoltre, per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di sbatacchiature, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, saranno applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco;
- c) -*scavi subacquei*: i sovrapprezzi per questo tipo di scavi, in aggiunta al prezzo degli scavi di fondazione dovranno essere pagati al metro cubo secondo le precedenti modalità (lett. b) con appositi sovrapprezzi relativamente alle zone sommerse, a partire dal piano orizzontale posto a quota 0,20 m sotto il livello normale dell'acqua, procedendo verso il basso. Il nolo della motopompa, utilizzata al fine di eseguire i prosciugamenti, sarà pagato all'Appaltatore a parte;
- d) -*scavi archeologici*: i prezzi e i sovrapprezzi per questo tipo di scavi dovranno essere pagati al metro cubo secondo le modalità indicate alla lett. b) del presente articolo con opportune differenziazioni relative alla specifica morfologia del sito e alla metodologia di scavo. L'onere del vaglio del terriccio e la custodia dei reperti in appositi contenitori, sarà compreso nel prezzo indicato.
- d) -*scavi con controllo archeologico*: per quanto riguarda gli scavi per fondazioni o per tracce fognarie si applicheranno i sovrapprezzi per scavi di fondazione che dovranno essere pagati al metro cubo secondo le modalità indicate alla lett. b) del presente articolo. L'onere del vaglio del terriccio e la custodia dei reperti in appositi contenitori, sarà compreso nel prezzo indicato.

RIMOZIONI E DEMOLIZIONI

I prezzi relativi ai lavori che ammettono demolizioni, anche parziali, dovranno intendersi sempre compensati di ogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile.

a) -*Demolizione di murature*: verrà, in genere, pagata a volume di muratura concretamente demolita, comprensiva di intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza; tutti i fori, pari o superiori a 2 m², verranno sottratti. Potrà essere accreditata come demolizione in breccia quando il vano utile da ricavare non supererà la superficie di 2 m², ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non supererà i 50 cm.

L'appaltatore potrà reimpiegare i materiali di recupero, valutandoli come nuovi, in sostituzione di quelli che egli avrebbe dovuto approvvigionare ossia, considerando lo stesso prezzo fissato per quelli nuovi oppure, in assenza del prezzo, utilizzando il prezzo commerciale detratto, in ogni caso, del ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo netto dei lavori.

b) -*Demolizione di tramezzii*: dovrà essere valutata secondo l'effettiva superficie (m²) dei tramezzi, o delle porzioni realmente demolite, comprensive degli intonaci o rivestimenti; detraendo eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m².

c) *-Demolizione di intonaci e rivestimenti:* la demolizione, a qualsiasi altezza, degli intonaci dovrà essere computata secondo l'effettiva superficie (m²) asportata detraendo, eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m², misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura solo nel caso in cui si tratti di murature caratterizzate da uno spessore maggiore di 15 cm.

d) *-Demolizione di rivestimenti in pietra:* la demolizione, a qualsiasi altezza, dei rivestimenti in pietra dovrà essere computata secondo l'effettiva superficie (m²) asportata detraendo, eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m², misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura solo nel caso in cui si tratti di murature caratterizzate da uno spessore maggiore di 15 cm.

e) *-Demolizione di pavimenti:* dovrà essere calcolata, indipendentemente dal genere e dal materiale del pavimento per la superficie compresa tra le pareti intonacate dell'ambiente; la misurazione comprenderà l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco. Il prezzo sarà comprensivo dell'onere della, eventuale, demolizione dello zoccolino battiscopa indipendentemente dalla natura.

f) *-Rimozione e/o demolizione dei solai:* questa operazione dovrà essere valutata a superficie (m²) in base alle luci nette delle strutture. Nel prezzo delle rimozioni e/o demolizioni dei solai saranno comprese:

- la demolizione del tavolato con sovrastante cretonato o sottofondo e dell'eventuale soffitto su arellato o rete se si tratta di struttura portante in legno;

- la demolizione completa del soffitto e dei pavimento, salvo che non risulti prescritta e compensata a parte la rimozione accurata del pavimento, se si tratta di struttura portante in ferro;

- la demolizione del pavimento e del soffitto, salvo che non risulti prescritta la rimozione accurata del pavimento se si tratta del tipo misto in c.a. e laterizio.

g) *-Rimozione di opere in metallo:* questa operazione dovrà essere valutata a peso (kg) quando si tratti di profilati e a superficie (m²) nel caso di grigliati e serramenti, in base alle loro luci nette. Anche la rimozione di opere provvisorie metalliche verrà compensata a peso (kg). Nel prezzo delle rimozioni delle opere in metallo saranno comprese:

- la rimozione di ogni tipo di staffa, ancoraggio, ferramenta, bulloneria, fili, reti di protezione;

- l'estrazione degli ancoraggi, ove possibile e senza arrecare danno alla struttura collegata.

MURATURE IN GENERE

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni di seguito specificate, dovranno essere misurate geometricamente, a volume od a superficie, in riferimento alla specifica categoria e in base a misure prese sul vivo ovvero escludendo gli intonaci. Dovranno essere detratti tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e i vuoti di canne fumarie, canalizzazioni ecc., caratterizzati da una sezione superiore a 0,25 m², in quest'ultimo caso rimarrà all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Dovrà, inoltre, essere detratto il volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattebande ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

I prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, s'intenderanno comprensivi di rinzafo delle facce visibili dei muri. Il rinzafo dovrà essere sempre eseguito e sarà compreso nel prezzo unitario, anche nel caso di muri che dovranno essere poi caricati a terrapieni; per questi ultimi dovrà, inoltre, essere compresa la, eventuale, formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastrati per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale. I prezzi della muratura di qualsiasi specie si intenderanno compresi di ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Le murature, qualunque sia la loro curvatura in pianta o in sezione anche se costruite sotto raggio, non potranno essere comprese nella categoria delle volte; dovranno essere pertanto, valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcuna maggiorazione di compenso.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, dovranno essere valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata dovrà essere considerata della stessa natura della muratura.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio dovranno essere misurate a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 1 m², intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattebande ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la D.L. ritenga opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

Le volte, gli archi e le piattebande, in conci di pietra o mattone in spessore superiore ad una testa, dovranno essere pagati a volume (m³) e, a secondo del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, con i prezzi di elenco con i quali si intendono remunerate tutte le forniture, e le lavorazioni per fornire la struttura voltata finita con tutti i giunti delle facce viste frontali e dell'intradosso profilati e stuccati. Le volte, gli archi e le piattebande in mattoni in foglio o ad una testa dovranno essere liquidate a superficie (m²), come le analoghe murature.

MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO

La pietra da taglio da pagarsi a volume dovrà essere sempre valutata al metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie (m²), dovranno essere valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

Nei prezzi relativi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

PARAMENTI IN FACCIA-VISTA

I prezzi stabiliti per le lavorazioni faccia a vista, da pagare separatamente dalle murature, comprendono il compenso per i piani di posa e di connessura, per la lavorazione faccia vista e qualunque altro eventuale costo del pietrame di rivestimento allorché questo sia previsto di qualità e provenienza differente da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine in mattoni verrà eseguita per la loro superficie effettiva (m²), dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio o artificiale.

CALCESTRUZZI

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e le strutture costituite da getto in opera, dovranno essere in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi oltre agli oneri delle murature in genere, s'intenderanno compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Quando si tratta di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione dovrà essere effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e il relativo prezzo dovrà intendersi compreso, oltre che del costo dell'armatura metallica, di tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, dovranno essere computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato saranno inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

Il ferro tondo per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo (nonché la rete elettrosaldata) sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo, oltre alla lavorazione e allo sfrido, sarà compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

SOLAI (ORIZZONTAMENTI)

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) dovranno essere valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato. Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, dovrà invece essere pagato al metro quadrato di superficie netta misurato al rustico delle murature perimetrali (ovvero all'interno di eventuali cordoli e/o travi di calcestruzzo) esclusi, quindi, la presa e l'appoggio sulle murature portanti o cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo.

Nei prezzi dei solai in genere risulterà compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai misti in cemento armato e laterizio, o tipo prefabbricato (anche predalles) saranno escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, sarà, al contrario, compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo al metro quadrato dei solai suddetti verrà applicato senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio viene sostituito da calcestruzzo; in questo caso però dovranno essere pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

Nel prezzo dei solai con profilati in ferro e voltine od elementi in laterizio (tavelle, tavelloni, volterrane ecc.) dovrà essere inclusa l'incombenza per ogni armatura provvisoria per il rinfianco, nonché per ogni opera e materiale necessario per fornire il solaio completamente finito e pronto per la pavimentazione e per l'intonaco intradossale; resteranno esclusi i profilati di ferro che dovranno essere pagati a parte (vedi lavori in metallo).

Nel prezzo dei solai lignei resta fuori il legname per le travi principali che dovrà essere liquidato a parte sarà invece compreso ogni onere per fornire il solaio completo e finito a regola d'arte.

COPERTURE A FALDA (SOLAI INCLINATI)

I solai inclinati (ossia le coperture in genere) dovranno essere computati al metro quadrato, determinando le dimensioni della proiezione orizzontale della superficie delle falde del tetto senza sottrarre i vani adibiti a comignoli, abbaini, lucernari o ad altre parti sporgenti dalla copertura, purché non eccedenti, ciascuno di essi, la superficie di 1 m²; in questo caso dovranno essere sottratti per intero. Non dovranno essere considerate sovrapposizioni ed adiacenze dei giunti. Nel prezzo delle coperture saranno compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione salvo la grossa armatura (capriate, puntoni, arcarecci, terzere, colmi ecc.), l'isolamento termico, l'impermeabilizzazione, le gronde ed i pluviali che verranno valutati a parte.

MANTO DI COPERTURA

Il manto di copertura dovrà essere computato al metro quadrato, misurando geometricamente le superfici delle falde del tetto, senza sottrarre i vani adibiti a comignoli, abbaini, lucernari ed altre parti sporgenti dalla copertura, purché non eccedenti, ciascuno di essi, la superficie di 1 m²; in questo caso dovranno essere sottratti per intero.

Le eventuali lastre di piombo, zinco o ferro messe in opera sulla copertura per i compluvi ovvero all'estremità delle falde, intorno ai lucernari, agli abbaini, ai comignoli ecc., saranno pagate a parte coi prezzi fissati in elenco per questi materiali.

MASSETTI

L'esecuzione di massetti in calce idraulica naturale o cemento a vista ovvero massetti di sottofondo normali o speciali (alleggeriti, strutturali ecc.) dovrà essere computata secondo i metri cubi effettivamente realizzati e computati a lavoro eseguito. Il prezzo comprenderà il conglomerato, le sponde per il contenimento del getto, l'eventuale rete elettrosaldata prescritta, la preparazione e compattazione delle superfici sottostanti, la lisciatura finale con mezzi meccanici, la creazione di giunti nonché tutte le lavorazioni necessarie per l'esecuzione dei lavori richiesti.

PAVIMENTI

I pavimenti, indipendentemente dalla tipologia, dovranno essere valutati per la superficie (m²) vista tra le pareti intonacate dell'ambiente; la misura non comprenderà l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprenderanno l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, escluso il sottofondo che verrà invece pagato a parte, per il suo volume effettivo (m³) in opera, in base al corrispondente prezzo di elenco.

Ogni prezzo relativo ai pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intenderà compreso degli oneri, delle opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque sia l'entità delle opere stesse.

POSA IN OPERA DEI MARMI, PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI

I prezzi della posa in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici ovvero ai volumi effettivi, dei materiali in opera, determinati con i criteri descritti per le "murature in pietra da taglio".

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intenderà compreso nei prezzi.

Nello specifico detti prezzi, comprenderanno gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la relativa provvisoria protezione, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chiavette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per la perfetta rifinitura dopo la posa in opera. Resteranno escluse, dal suddetto prezzo, le prestazioni dello scalpellino e del marmista per gli eventuali ritocchi agli elementi da montare allorché le pietre e/o i marmi non fossero forniti dall'Appaltatore stesso.

I prezzi di elenco risultano comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

Il prezzo previsto per la suddetta posa in opera dei marmi e pietre, anche se la fornitura sarà affidata all'Appaltatore, comprenderà altresì l'onere dell'eventuale posa in opera in periodi di tempo diversi, a prescindere dall'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti all'Appaltatore dalla Stazione Appaltante compreso, inoltre, ogni eventuale onere per spostamento di ponteggi e di apparecchiature di sollevamento.

INTONACI

I prezzi degli intonaci dovranno essere applicati alla superficie effettivamente intonacata, procedendo quindi alla detrazione delle aperture per porte e finestre superiori a 1 m², senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene, cornici, parapetti, architravi ecc.; tali superfici laterali, sia piane che curve, dovranno essere valutate quando la loro larghezza supera i 5 cm.

L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, risulterà compresa nel prezzo; anche in questo caso gli intonaci verranno misurati alla stregua degli spigoli vivi.

Il prezzo degli intonaci comprenderà l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro-pavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco varranno anche per intonaci applicati su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore superiore a 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate; tuttavia, per i vani di superficie superiore a 4 m², dovranno essere detratti i vuoti e le zone mancanti valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere, pertanto, detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

La superficie di intradosso delle volte, di qualsiasi forma e monta, verrà determinata moltiplicando la superficie della loro proiezione orizzontale per il coefficiente 1,20. Nessun compenso speciale sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

L'intonaco dei pozzetti di ispezione delle fognature dovrà essere computato per la superficie di pareti senza detrarre la superficie di sbocco delle fogne, in compenso delle profilature e dell'intonaco sulle grossezze dei muri.

TINTEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere risulteranno compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno, di norma, misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

L'esecuzione di coloritura o verniciatura degli infissi dovrà ottemperare alle seguenti norme:

- a) *-le porte, bussole e simili*, (x 2) dovranno essere computate due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se presenti, non detraendo l'eventuale superficie del vetro. Così facendo, risulterà compresa anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassonetto tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, sempre per tramezzi. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;
- b) *le finestre senza persiane*, (x 3) ma con contro-sportelli, dovranno essere computate tre volte la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compensata anche la coloritura dei contro-sportelli e del telaio (o cassettone);
- c) *le finestre senza persiane e senza contro-sportelli*, (x 1) dovranno essere computate una volta sola la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura della soglia e del telaio (o cassettone);
- d) *le opere in ferro semplici e senza ornati*, (x 0,75) quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi per vetrine di negozi, dovranno essere computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, in questo modo potrà essere ritenuta compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;

e) le opere in ferro di tipo normale a disegno, (x 1) quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, dovranno essere computate una volta per l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;

Tutte le coloriture o verniciature s'intenderanno eseguite su ambo le facce con i rispettivi prezzi di elenco; inoltre si intenderà compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

OPERAZIONI DI DISERBO E TRATTAMENTO DA ATTACCHI BIOLOGICI

Gli oneri relativi alla rimozione di vegetazione superiore, qualora non diversamente specificato, saranno valutati al metro quadrato; ciò in considerazione del fatto che questo fenomeno può verificarsi su zone di diffusione sia orizzontali sia verticali.

INFISSI IN FERRO O IN ALTRO METALLO

Gli infissi in ferro o in altro materiale (ad eccezione delle leghe leggere) verranno compensati a peso salvo le serrande avvolgibili in metallo, cancelli riducibili a serrande a maglia, la cui posa in opera verrà liquidata al metro quadrato di luce netta minima fra stipiti e le soglie.

LAVORI IN LEGNO

Nella valutazione dei legnami non dovrà essere tenuto conto degli incastri e dei nodi necessari per l'unione dei diversi pezzi, allo stesso modo non dovranno essere detratte le relative mancanze o intagli. I prezzi inerenti, la lavorazione e la posizione in opera dei legnami saranno comprensivi di ogni compenso per la fornitura di tutta la chioderia, delle staffe, dei bulloni ecc. occorrente per gli sfridi, per l'esecuzione degli incastri e degli innesti di qualunque specie, per palchi di servizio e/o per qualunque altro mezzo provvisionale e lavoro per il sollevamento il trasporto e la posa in opera.

La grossa armatura dei tetti (capriate, arcarecci, terzere, puntoni ecc.) e dei solai (travi principali) dovrà essere misurata in metri cubi di legname in opera, nel suddetto prezzo saranno comprese e compensate la ferramenta, la catramatura delle teste, nonché tutti gli oneri elencati sopra.

LAVORI IN METALLO

Tutti i lavori in metallo dovranno essere, in generale, valutati a peso; i relativi prezzi verranno applicati a lavorazione completamente ultimata, al peso effettivo dei metalli determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escludendo dal peso i trattamenti conservativi, le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo sarà compreso ogni compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera; saranno pertanto anche compresi e compensati l'esecuzione dei necessari fori e degli incastri nelle murature e pietre da taglio, le piombature, le sigillature e le malte.

I prezzi dei profilati in ferro (a doppio "I", ad "H", ad "L" a "C" o con qualsiasi altro profilo) per solai, piattabande, collegamenti ecc., varranno anche in caso di eccezionale lunghezza, considerevole ampiezza di sezione e specifica tipologia per cui sia richiesta un'apposita fabbricazione. Saranno altresì compensati, oltre il trasporto in alto o la discesa in basso, tutte le provviste, tagli, lavorazioni ecc., necessari per congiungere le teste di tutte le travi dei solai con tondini, tiranti, cordoli in cemento armato ossia applicazione di chiavi, coprichiavi, chiavarde, staffe, bulloni, chiodature ecc. nonché tutte le procedure necessarie al fine di garantire le travi ai muri d'ambito ovvero per collegare due o più travi tra loro.

Sarà inoltre, compensato ogni altro lavoro prescritto dalla D.L. per la perfetta riuscita del solaio e per far esercitare alle travi la funzione di collegamento sui muri d'ambito.

Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato, oltre alla lavorazione e ad ogni sfrido sarà compreso l'onere per la legatura di ogni singolo elemento con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro e la posa in opera dell'armatura stessa.

LAVORI IN POLICARBONATO, VETRO O CRISTALLO

Saranno valutate riferendosi alle superfici effettive (m²) di ciascun elemento all'atto della posa in opera. Per gli elementi non rettangolari si assume come superficie quella del minimo rettangolo circoscrivibile.

Il prezzo risulterà comprensivo del mastice, dei siliconi, delle punte per il fissaggio, delle lastre e delle eventuali guarnizioni in gomma, prescritte per i telai in ferro. Superfici unitarie non inferiori a 0,5 m².

LATTONERIE

Le opere da lattoniere quali, canali di gronda, scossaline, converse, pluviali, saranno misurate a peso. Nel prezzo sarà compresa la fornitura di cicogne, tiranti, grappe, cravatte, armille, collari. I tubi in ghisa si valuteranno a peso; i tubi in PVC, cemento amianto, cemento, grès ceramico, saranno valutati a metro lineare.

COIBENTAZIONI

Verranno valutate a superficie, a volume ovvero a metro lineare a seconda delle indicazioni delle singole voci, con detrazione dei vuoti e delle zone non protette con superficie superiore a 0,5 m². In linea generale si utilizzerà il metro quadrato per solai o pareti di appoggio ed il metro lineare per il rivestimento isolante di tubazioni (salvo nel caso di isolanti a lastre nel qual caso si utilizzerà il metro quadrato). Nel prezzo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

IMPERMEABILIZZAZIONI

Le impermeabilizzazioni dovranno essere valutate a superficie effettiva (m²) con detrazione dei vuoti o delle parti non impermeabilizzate con superficie singola superiore a 0,5 m². I risvolti da realizzare per l'impermeabilizzazione del raccordo con le superfici verticali verranno calcolati al metro quadrato solo quando la loro altezza, rispetto al piano orizzontale di giacitura della guaina, sia superiore a 15 cm. Nel prezzo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera; saranno pertanto anche compresi e compensati la sigillatura a caldo delle sovrapposizioni, la creazione di giunti e connessioni e quanto altro richiesto.

MANODOPERA

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai non graditi alla D.L.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle Leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi cioè quanto disposto dalla legge 300/1970 (Statuto dei lavoratori), ed in particolare quanto previsto dall'art. 36 della suddetta legge.

IMPIANTI TERMICO, IDRICO-SANTARIO, ANTINCENDIO, GAS, INNAFFIAMENTO

a) Tubazioni e canalizzazioni

Le tubazioni di ferro e di acciaio saranno valutate a peso, la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, al quale verrà applicato il peso unitario del tubo accertato attraverso la pesatura di campioni effettuata in cantiere in contraddittorio.

Nella misurazione a chilogrammi di tubo sono compresi: i materiali di consumo e tenuta, la verniciatura con una mano di antiruggine per le tubazioni di ferro nero, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli di espansione.

– Le tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà valutata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendente linearmente anche i pezzi speciali.

Nelle misurazioni sono comprese le incidenze dei pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di consumo e di tenuta e l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali.

– Le tubazioni di rame nude o rivestite di pvc saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, i materiali di consumo e di tenuta, l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

– Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrate saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

– Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

– I canali, i pezzi speciali e gli elementi di giunzione, eseguiti in lamiera zincata (mandata e ripresa dell'aria) o in lamiera di ferro nera (condotto dei fumi) saranno valutati a peso sulla base di pesature convenzionali. La quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, misurato in mezzzeria del canale, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, giunzioni, flange, risvolti della lamiera, staffe di sostegno e fissaggi, al quale verrà applicato il peso unitario della lamiera secondo lo spessore e moltiplicando per i metri quadrati della lamiera, ricavati questi dallo sviluppo perimetrale delle sezioni di progetto moltiplicate per le varie lunghezze parziali.

Il peso della lamiera verrà stabilito sulla base di listini ufficiali senza tener conto delle variazioni percentuali del peso.

È compresa la verniciatura con una mano di antiruggine per gli elementi in lamiera nera.

b) Apparecchiature

– Le elettropompe saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza.

Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

– I serbatoi di accumulo saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità.

Sono compresi gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

– Le bocchette, gli anemostati, le griglie, le serrande di regolazione, sovrappressione e tagliafuoco ed i silenziatori saranno valutati a decimetro quadrato ricavando le dimensioni dai rispettivi cataloghi delle ditte costruttrici.

Sono compresi i controtelai ed i materiali di collegamento.

– Le batterie di scambio termico saranno valutate a superficie frontale per il numero di ranghi.

Sono compresi i materiali di fissaggio e collegamento.

– Gli apparecchi per il trattamento dell'acqua saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata.

Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.

- I gruppi completi antincendio UNI 9487 DN 45 e 70, per attacco motopompa e gli estintori portatili, saranno valutati a numero secondo i rispettivi componenti ed in relazione alla capacità.
- I rivestimenti termoisolanti saranno valutati al metro quadrato di sviluppo effettivo misurando la superficie esterna dello strato coibente.

Le valvole, le saracinesche saranno valutate con uno sviluppo convenzionale di 2 m² cadauna.

- Le rubinetterie per gli apparecchi sanitari saranno valutate a numero per gruppi completi secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e dimensioni.

Sono compresi i materiali di tenuta.

- Le valvole, le saracinesche e le rubinetterie varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Sono compresi i materiali di tenuta.

- I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

IMPIANTI ELETTRICO E TELEFONICO

a) Canalizzazioni e cavi

- I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

- I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

- I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.
- I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione.

- Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

b) Apparecchiature in generale e quadri elettrici

- Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

– I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
- b) la tensione nominale;
- c) la corrente nominale;
- d) il potere di interruzione simmetrico;
- e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

– I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.

Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

– I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato.

Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;

- ponteggi di servizio interni ed esterni;
- le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolati in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

MANODOPERA

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei Lavori. Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente Appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

L'Appaltatore è responsabile in rapporto alla Stazione Appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'Appaltatore dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione Appaltante.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'Appaltatore ad altre imprese:

- a) per la fornitura di materiali;
- b) per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, accertata dalla Stazione Appaltante o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, la Stazione Appaltante medesima comunicherà all'Appaltatore e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento all'Appaltatore delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti. Per le detrazioni e sospensione dei pagamenti di cui sopra, l'Appaltatore non può opporre eccezioni alla Stazione Appaltante, né ha titolo al risarcimento di danni.

PONTEGGI

I ponteggi esterni ed interni di altezza sino a 4,50 m dal piano di posa si intenderanno sempre compensati con la voce di elenco prezzi relativa al lavoro che ne richieda l'installazione. Ponteggi di maggior altezza, quando necessari, si intenderanno compensati a parte, una sola volta, per il tempo necessario alla esecuzione delle opere di riparazione, conservazione, consolidamento, manutenzione.

NOLEGGI

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine. Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine. Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi. Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

TRASPORTI

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche. La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

L'Appaltatore dichiara di conoscere e di approvare, ai sensi e per gli effetti dell'art. 1341 del vigente Codice Civile, tutte le condizioni indicate nel Capitolato Generale.

CAPO III – ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE

Su manufatti di particolare valore storico-artistico è vietato utilizzare prodotti chimici di sintesi in assenza di analisi di laboratorio, di prove applicative ed in mancanza di una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti, salvo specifica disposizione degli elaborati di progetto. Tutti i materiali dovranno essere conformi alle norme vigenti UNI e UNI EN e alle Norme UNI – Beni Culturali.

Art. III.1 - Accettazione

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, la Stazione Appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

Art. III.2 - Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali

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 loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

Art. III.3 - Impiego di materiali o componenti di minor pregio

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, all'Appaltatore deve essere applicata un'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. III.4 - Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo

MATERIALI RICICLATI

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203, *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.*

RIUTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

La possibilità del riutilizzo delle terre e rocce da scavo è prevista dall'art. 185 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, come sostituito dall'art. 13 del D.Lgs. n. 205/2010.

Al comma 1 dell'art. 185 è disposto che non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006:

- il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli artt. 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati dello stesso D.Lgs. n. 152/2006;
- il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

Art. III.5 - Norme di riferimento e marcatura CE

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali, e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il Direttore dei Lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Art. III.6 - Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

Art. III.7 - Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei Lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento n. 207/2010.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del Responsabile Unico del Procedimento.

Art. III.8 - Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, devono essere disposti dalla Direzione dei Lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in Appalto. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente Capitolato Speciale d'Appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'Appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Art. III.9 - Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati

A richiesta della Stazione Appaltante, l'Appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi.

CAPO IV –OPERE EDILI DI CATEGORIA OG2

PARTE I - QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Si precisa che per evitare descrizioni che potrebbero risultare difficilmente rappresentabili, in alcuni articoli del presente capitolato sono stati prescritti alcuni materiali da costruzione con l'indicazione del tipo previsto dal progettista: ciò non costituisce forma di propaganda né costituisce un obbligo di approvvigionamento nei confronti dell'Impresa, la quale è libera di rifornirsi dove meglio le aggrada, ma costituisce un riferimento circa la tipologia e le caratteristiche dei materiali da porre in opera, per quanto riguarda sia le dimensioni sia le proprietà fisiche sia le proprietà meccaniche; i materiali utilizzati dovranno pertanto essere qualitativamente equivalenti o superiori ed in nessun caso inferiori a quelli prescritti.

Si fa presente che con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo con i documenti UNINorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

Art. IV.1 - Materiali in genere

È regola generale intendere che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, necessari per i lavori di conservazione, restauro, risanamento o manutenzione da eseguirsi sui manufatti potranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico, archeologico e monumentale, siano riconosciuti della migliore qualità, simili, ovvero il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, così da non risultare incompatibili con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento.

Nel caso di prodotti industriali (ad es., malte premiscelati) la rispondenza a questo capitolato potrà risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

L'Appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsivoglia fase lavorativa, di eseguire o fare effettuare, presso gli stabilimenti di produzione e/o laboratori ed istituti in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le campionature e prove preliminari sui materiali (confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da ditte specializzate) impiegati e da impiegarsi (in grado di garantire l'efficacia e la non nocività dei prodotti da utilizzarsi) prescritte nel presente capitolato e/o stabilite dalla Direzione Lavori. Tali verifiche dovranno fare riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni NorMaL recepite dal Ministero per i Beni Culturali con decreto 11 novembre 1982, n. 2093. Il prelievo dei campioni (da eseguirsi secondo le prescrizioni indicate nelle raccomandazione NorMaL) dovrà essere effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.

Nel caso che la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, non reputasse idonea tutta o parte di una fornitura di materiale sarà obbligo dell'Appaltatore provvedere prontamente e senza alcuna osservazione in merito, alla loro rimozione (con altri materiali idonei rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti richiesti) siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera. Sarà inteso che l'Appaltatore resterà responsabile per quanto ha attinenza con la qualità dei materiali approvvigionati anche se valutati idonei dalla D.L., sino alla loro accettazione da parte dell'Amministrazione in sede di collaudo finale.

Art. IV.2 - Acqua, calci, gesso

Art. IV.2.1 Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici od aerei (UNI EN 1008) dovrà essere dolce e limpida con un pH neutro (compreso tra 6 ed 8) con una torbidezza non superiore al 2%, priva di sostanze organiche o grassi ed esente di sali (particolarmente solfati, cloruri e nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%) in percentuali dannose e non essere aggressiva per l'impasto risultante. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere, altresì, additivata per evitare l'instaurarsi di reazioni chimico – fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose (DM 9 gennaio 1996 – Allegato I).

Tutte le acque naturali limpide (con l'esclusione di quelle meteoriche o marine) potranno essere utilizzate per le lavorazioni. Dovrà essere vietato l'uso, per qualsiasi lavorazione, di acque provenienti da scarichi industriali o civili. L'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione della D.L., non sarà consentito e, sarà comunque tassativamente vietato l'utilizzo di tale acqua per calcestruzzi armati, e per strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

Art. IV.2.2 Calci

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci" e ai requisiti di cui alla normativa europea UNI EN 459-1:2001 "Calci da costruzione. Definizione, specifiche criteri di conformità"; UNI EN 459-2:2001 "Calci da costruzione. Metodi di prova"; UNI EN 459-3:2001 "Calci da costruzione. Valutazione di conformità".

CALCI AEREE

Le calci aeree (costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio con quantità minori di magnesio, silicio, alluminio e ferro) sono classificate in base al loro contenuto di (CaO+MgO)¹; si distinguono in:

1) *Calci calciche (CL)* calci costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio (il calcare calcico è un calcare che dovrà contenere dallo 0% al 5% di carbonato di magnesio UNI 10319) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici;

¹ L'ossido di magnesio nella composizione del calcare rappresenta l'impurità pertanto quanto minore sarà la sua presenza tanto più pura sarà la calce prodotta.

2) *Calci dolomitiche (DL)* calci costituite prevalentemente da ossido di calcio e di magnesio o idrossido di calcio e di magnesio (il calcare dolomitico è un calcare che dovrà contenere dal 35% al 45% di carbonato di magnesio) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici.

Questo tipo di calce potrà essere commercializzato nella versione semi-idratata² (S1) o completamente idratata³ (S2).

Le calci aeree potranno, anche essere classificate in base alla loro condizione di consegna: calci vive (Q) o calci idrate (S).

a) *Calci vive (Q)* calci aeree (includono le calci calciche e le calci dolomitiche) costituite prevalentemente da ossido di calcio ed ossido di magnesio ottenute per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Le calci vive hanno una reazione esotermica quando entrano in contatto con acqua. Possono essere vendute in varie pezzature che vanno dalle zolle al materiale finemente macinato.

b) *Calci idrate (S)* calci aeree, (calci calciche o calci dolomitiche) ottenute dallo spegnimento controllato delle calci vive. Le calci spente sono prodotte, in base alla quantità di acqua utilizzata nell'idratazione, in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce):

– calce idrata in polvere di colore biancastro derivata dalla calcinazione a bassa temperatura di calcari puri con meno del 10% d'argilla; si differenzia dal grassello per la quantità di acqua somministrata durante lo spegnimento della calce viva (ossido di Calcio), nella calce idrata la quantità di acqua impiegata è quella stechiometrica (3,22 parti di acqua per 1 parte di CaO). Può essere utilmente impiegata come base per la formazione di stucchi lucidi, per intonaci interni e per tinteggiature;

– grassello di calce o calce aerea "spenta" (idratata) in pasta ottenuta per lento spegnimento ad "umido" (cioè in eccesso di acqua rispetto a quella chimicamente sufficiente circa 3-4 volte il suo peso) della calce con impurità non superiori al 5%. Le caratteristiche plastiche ed adesive del grassello, migliorano e vengono esaltate con un prolungato periodo di stagionatura in acqua, prima di essere impiegato. Il grassello si dovrà presentare sotto forma di pasta finissima, perfettamente bianca morbida e quasi untuosa non dovrà indurire se esposto in ambienti umidi o immerso nell'acqua, indurrà invece in presenza di aria per essiccamento e lento assorbimento di anidride carbonica.

La stagionatura minima nelle fosse sarà di 6 mesi per il confezionamento delle malte da allettamento e da costruzione e di 12 mesi per il confezionamento delle malte da intonaco o da stuccatura. Nel cantiere moderno è in uso ricavare il grassello mediante l'aggiunta di acqua (circa il 20%) alla calce idrata in polvere, mediante questa "procedura" (che in ogni caso necessita di una stagionatura minima di 24 ore) si ottiene un prodotto scadente di limitate qualità plastiche, adesive e coesive, per cui non potrà essere usato dall'Appaltatore per le opere a progetto.

– latte di calce ovvero "legante" per tinteggi, velature e scialbature ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa ottenuta stemperando accuratamente il grassello di calce fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra.

Le calci aeree possono essere classificate anche in rapporto al contenuto di ossidi di calcio e magnesio (valori contenuti RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci"):

a) *calce grassa in zolle*, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5 m³/ton;

b) *calce magra in zolle* o calce viva, contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5 m³/ton;

b1) *calce forte* legante con deboli doti idrauliche, compresa tra le calci magre quando la presenza di componenti idraulici (presenza di argilla intorno al 5-5,5%) è considerata come impurità;

² Consistente principalmente in idrossido di calcio ed ossido di magnesio.

³ Consistente principalmente in idrossido di calcio ed idrossido di magnesio.

c) *calce idrata in polvere* ottenuta dallo spegnimento della calce viva, contenuto di umidità non superiore al 3% e contenuto di impurità non superiore al 6%, si distingue in:

- fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 91%; il residuo al vaglio da 900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 1% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 5%; presenta una granulometria piuttosto fine ottenuta per ventilazione;
- calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 82%; il residuo al vaglio da 900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 2% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 15%; si presenta come un prodotto a grana grossa.

La composizione della calce da costruzione, quando provata secondo la norma UNI EN 459-2, deve essere conforme ai valori della tabella 2 sotto elencata. Tutti i tipi di calce elencati nella tabella possono contenere additivi in modeste quantità per migliorare la produzione o le proprietà della calce da costruzione. Quando il contenuto dovesse superare lo 0,1% sarà obbligo dichiarare la quantità effettiva ed il tipo.

Tabella 2.1 *Requisiti chimici della calce (valori espressi come percentuale di massa). I valori sono applicabili a tutti i tipi di calce. Per la calce viva questi valori corrispondono al prodotto finito; per tutti gli altri tipi di calce (calce idrata, grassello e calce idrauliche) i valori sono basati sul prodotto dopo la sottrazione del suo contenuto di acqua libera e di acqua legata. (UNI EN 459-1)*

| Tipo di calce da costruzione | Sigla | CaO+MgO | MgO | CO ₂ | SO ₃ | Calce libera % |
|------------------------------|---------|---------|------|-----------------|-----------------|----------------|
| Calce calcica 90 | CL 90 | ≥ 90 | ≤ 5 | ≤ 4 | ≤ 2 | - |
| Calce calcica 80 | CL 80 | ≥ 80 | ≤ 5 | ≤ 7 | ≤ 2 | - |
| Calce calcica 70 | CL 70 | ≥ 70 | ≤ 5 | ≤ 12 | ≤ 2 | - |
| Calce dolomitica 85 | DL 85 | ≥ 85 | ≤ 30 | ≤ 7 | ≤ 2 | - |
| Calce dolomitica 80 | DL 80 | ≥ 80 | ≤ 5 | ≤ 7 | ≤ 2 | - |
| Calce idraulica 2 | HL 2 | - | - | - | ≤ 3 | ≥ 8 |
| Calce idraulica 3,5 | HL 3,5 | - | - | - | ≤ 3 | ≥ 6 |
| Calce idraulica 5 | HL 5 | - | - | - | ≤ 3 | ≥ 3 |
| Calce idraulica naturale 2 | NHL 2 | - | - | - | ≤ 3 | ≥ 15 |
| Calce idraulica naturale 3,5 | NHL 3,5 | - | - | - | ≤ 3 | ≥ 9 |
| Calce idraulica naturale 5 | NHL 5 | - | - | - | ≤ 3 | ≥ 3 |

Nella CL 90 è ammesso un contenuto di MgO fino al 7% se si supera la prova di stabilità indicata in 5.3 della EN 459-2:2001. Nelle HL e nelle NHL è ammesso un contenuto di SO₃ maggiore del 3% e fino al 7% purché si accerti la stabilità, dopo 28 giorni di maturazione in acqua, utilizzando la prova indicata nella EN 196-2 "Method of testing cement: chemical analysis of cement".

Esempio di terminologia delle calce: la sigla EN459-1 CL90Q identifica la calce calcica 90 in forma di calce viva; la sigla EN459-1 DL85-S1 identifica la calce dolomitica 85 in forma di calce semi-idratata.

CALCI IDRAULICHE

Le calce idrauliche oltre che ai requisiti di accettazione di cui al RD 16 novembre 1939, n. 2231 e a quelli della norma UNI 459, devono rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" ed ai requisiti di accettazione contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche" e successive modifiche ed integrazioni. Le calce idrauliche si distinguono in:

1) *-calce idraulica naturale (NHL)* ovvero sia il prodotto ottenuto dalla cottura a bassa temperatura (inferiore ai 1000 C°) di marne naturali o calcari più o meno argillosi o silicei con successiva riduzione in polvere mediante spegnimento (con quantità stechiometrica di acqua) con o senza macinazione. Tutte le NHL dovranno avere la proprietà di far presa ed indurire anche a contatto con l'acqua e dovranno essere esenti o quantomeno presentare un bassissimo livello di sali solubili.

Questo tipo di calce naturali potrà a sua volta essere diviso in:

- calce idraulica naturale bianca, rappresenta la forma più pura: dovrà essere ricavata dalla cottura di pietre calcaree silicee con una minima quantità di impurezze, presentare una quantità bassissima di sali solubili. Risulterà particolarmente indicata per confezionare malte, indirizzate a procedure di restauro che richiedono un basso modulo di elasticità ed un'elevata traspirabilità. In impasto fluido potrà essere utilizzata per iniezioni consolidanti a bassa pressione;

- calce idraulica naturale "moretta" o "albazzana" a differenza del tipo "bianco" si ricaverà dalla cottura di rocce marnose; risulterà indicata per la confezione di malte per il restauro che richiedono una maggiore resistenza a compressione; il colore naturale di questa calce potrà variare dal nocciolo, al beige, all'avorio fino a raggiungere il rosato;

2) -calce idraulica naturale con materiali aggiunti (NHL-Z) in polvere ovvero, calce idrauliche naturali con materiale aggiunto cioè, quelle calce che contengono un'aggiunta fino ad un massimo del 20% in massa di materiali idraulizzanti a carattere pozzolanico (pozzolana, coccio pesto, trass) contrassegnate dalla lettera "Z" nella loro sigla;

3) -calce idrauliche (HL)⁴ ovvero calce costituite prevalentemente da idrossido di calcio, silicati di calcio e alluminati di calcio prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati. Questo tipo di calce dovrà possedere la caratteristica di far presa ed indurire anche in presenza di acqua.

Tabella 2.2 Caratteristiche meccaniche delle calce idrauliche naturali da utilizzare nel restauro

| Tipo | NHL 2 | NHL 3,5 | | | | | NHL 5 | | |
|---------------------------|---|--|------|------|-------|------|---|-------|------|
| Caratteristiche | Calce delicata idonea per lavori su materiali teneri o fortemente decoesi, per legante di tinteggiature alla calce, per stucchi, e strati di finitura per modanature ed intonaci. | Calce idonea per interventi su pietre e laterizi, anche parzialmente degradati, intervento di iniezione e sigillature consolidanti, per rappezzi di intonaci, e stilatura di giunti. | | | | | Calce idonea per la ricostruzione di pietre e modanature, massetti, pavimentazioni, rinzaffi e arricci esposti a contatto con acqua o per betoncino con collaborazione statica. | | |
| PROVE | Rapporto impasto | Rapporto impasto | | | | | Rapporto impasto | | |
| Resistenza comp. a | 1:2 | 1:2,5 | 1:3 | 1:2 | 1:2,5 | 1:3 | 1:2 | 1:2,5 | 1:3 |
| 7 gg. N/mm ² | 0,62 | 0,53 | 0,47 | 0,75 | 0,57 | 0,53 | 1,96 | 1 | 0,88 |
| 7 gg. N/mm ² | REQUISITI UNI EN 459-1 --- | REQUISITI UNI EN 459-1 --- | | | | | REQUISITI UNI EN 459-1 --- | | |
| 28 gg. N/mm ² | 1,48 | 1,36 | 1,25 | 1,88 | 1,47 | 1,34 | 2,20 | 2,00 | 1,50 |
| 7 gg. N/mm ² | REQUISITI UNI EN 459-1 ≥2 a ≤ 7 | REQUISITI UNI EN 459-1 ≥3,5 a ≤ 10 | | | | | REQUISITI UNI EN 459-1 ≥5 a ≤ 15 (a) | | |
| 6 mesi N/mm ² | 3,848 | 3,00 | 2,88 | 7,50 | 5,34 | 3,94 | 7,30 | 5,90 | 5,31 |
| 12 mesi N/mm ² | 4 | 2,90 | 2,90 | 7,50 | 5,90 | 3,90 | 9,28 | 8,44 | 6,50 |

⁴ Le HL (Hydraulic Lime) corrispondono nel mercato italiano a quei leganti che vengono identificati con il termine calce eminentemente idraulica e che commercialmente sono identificati con diciture che declinano, normalmente, con la desinenza CEM o PLAST, in pratica potrebbero essere definiti cementi a bassa resistenza i quali opportunamente "diluiti" con notevole percentuale di materiale inerte macinato finemente (generalmente filler calcareo) e con modeste quantità di additivo aerante, riproducono prestazioni fisico-meccaniche (porosità, resistenza, modulo elastico ecc.) simili a quelle della calce idraulica naturale.

La sabbia avrà una granulometria di 0,075-3 mm

(a) La NHL 5, con massa volumica in mucchio minore di 0,90 kg/dm³, può avere una resistenza a compressione dopo 28 gg fino a 20 MPa

Tabella 2.3 Caratteristiche fisiche delle calci idrauliche naturali

| PROVE | NHL 2 | | NHL 3,5 | | NHL 5 | |
|-----------------------|---------------------------|-----------|---------------------------|----------|---------------------------|-----------|
| | REQUISITI UNI EN 459-1 | MEDIA | REQUISITI UNI EN 459-1 | MEDIA | REQUISITI UNI EN 459-1 | MEDIA |
| Densità | 0,4 a 0,8 | 0,45-0,55 | 0,5 a 0,9 | 0,6-0,66 | 0,6 a 1,0 | 0,65-0,75 |
| Finezza a 90 µm | ≤ 15% | 2 a 5 % | ≤ 15% | 6,6 | ≤ 15% | 3,12 |
| Finezza a 200 µm | ≤ 2 | ≤ 0,5 % | ≤ 5 % | 0,48 | ≤ 5 | 0,08 |
| Espansione | ≤ 2 mm | ≤ 1 mm | ≤ 2 mm | 0,05 | ≤ 2 mm | 0,61 mm |
| Idraulicità | --- | 15 | --- | 25 | --- | 43 |
| Indice di bianchezza | --- | 76 | --- | 72 | --- | 67 |
| Penetrazione | >10 e <20 mm | --- | >10 e <50 mm | 21 | >20 e <50 mm | 22,6 |
| Tempo di inizio presa | >1 e <15 h | --- | >1 e <15 h | 2,5 | >1 e <15 h | 3,59 |
| Calce libera | ≥ 15 % | 50-60% | ≥ 9 % | 20-25% | ≥ 3% | 15-20% |

Le calci idrauliche sia naturali che artificiali potranno essere classificate anche in rapporto al grado d'idraulicità, inteso come rapporto tra la percentuale di argilla e di calce: al variare di questo rapporto varieranno anche le caratteristiche (valori contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche").

Tabella 2.4 Classificazione calci idrauliche mediante il rapporto di idraulicità (DM 31 agosto 1972)

| Calci | Indice di idraulicità | Argilla [%] | Calcare [%] | Presa in acqua [giorni] |
|-------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------------------|
| Debolmente idraulica | 0,10-0,15 | 5,31-8,20 | 94,6-91,8 | 15-30 |
| Mediamente idraulica | 0,16-0,31 | 8,21-14,80 | 91,7-85,2 | 10-15 |
| Propriamente idraulica | 0,31-0,41 | 14,81-19,10 | 85,1-80,9 | 5-9 |
| Eminentemente idraulica | 0,42-0,50 | 19,11-21,80 | 80,8-78,2 | 2-4 |

Art. IV.2.3 Prescrizioni sull'uso di calci nelle opere a progetto

Calci aeree: per le lavorazioni sulle murature è richiesto l'impiego di grassello di calce del tipo CL90 S che, secondo la normativa UNI EN 459-1 (rif. Tabella 2.1), deve contenere il 90% di ossidi di cui meno del 5% di magnesio e meno del 4% di carbonati, sia sciolto sia confezionato, la cui provenienza e caratteristiche dovranno essere certificate dall'Appaltatore. Nelle confezioni dovranno essere ben visibili le indicazioni del produttore, il peso del prodotto e la specifica tecnica relativa. In nessun modo il grassello di calce verrà sostituito da calce idrata in polvere.

Calci idrauliche: è previsto l'uso di Calci Idrauliche Naturali. Per quanto riguarda i massi alleggeriti e i massetti delle pendenze e di protezione è previsto l'uso della NHL 5 (bianca o moretta in base alla decisione del D.L.). Per le iniezioni nelle murature è previsto l'uso della NHL 3,5.

Art. IV.3 - Cementi, cementi speciali

Art. IV.3.1 Impasti di Calcestruzzo

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104. I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1. Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206-1.

Art. IV.3.2 Controlli sul Calcestruzzo

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M. La resistenza caratteristica del calcestruzzo dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

La qualità del calcestruzzo, è controllata dalla Direzione dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5. del D.M. 14 gennaio 2008.

Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a UNI EN 1992-1-2.

I cementi potranno essere forniti sfusi e/o in sacchi sigillati. Dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben ventilati e riparati dall'umidità (preferibilmente sopra pedane di legno) e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego. Se sfusi i cementi dovranno essere stoccati in cantiere in appositi silos metallici; i vari tipi e classi di cemento dovranno essere separati ed identificati con appositi cartellini. I prodotti approvvigionati in sacchi dovranno riportare sulle confezioni il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua per malte normali e la resistenza minima a compressione ed a trazione a 28 giorni di stagionatura.

I principali tipi di cemento sono:

1) *cemento Portland (tipo CEM I)*: dovrà presentarsi come polvere fine e pesante, di colore variabile dal grigio bruno al verdognolo, tendente al rossastro nel caso provenga da miscele artificiali; dovrà avere contenuto di costituenti secondari (filler o altri materiali) non superiore al 5%; ovverosia il prodotto ottenuto per macinazione di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio) con aggiunto gesso e anidrite (solfato di calcio anidro) dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art. 2 legge 595/1965). I cementi Portland, presenteranno scarsa resistenza alle acque marine e, in genere, a tutti gli aggressori di natura solfatica pertanto, quando si opera in località marina o in presenza di corrosivi solfatici (anche di modesta entità) sarà opportuno operare con cementi del tipo III o IV;

2) *cemento Portland con aggiunta, in quantità ridotta, di loppa e/o pozzolana (tipo CEM II)*: detto comunemente cemento Portland rispettivamente alla loppa, alla pozzolana, alle ceneri volanti;

3) *cemento d'altoforno (tipo CEM III)*: dovrà avere contenuto di loppa dal 36% al 95%; la miscela omogenea si otterrà dalla macinazione di clinker Portland e di loppa basica granulata d'altoforno con la quantità di gesso e anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art. 2 legge 595/1965). Questo cemento, di colore verdognolo, presenterà, grazie alle loppe d'altoforno, un basso calore di idratazione sviluppato durante la presa, una buona resistenza chimica ad attacchi di acque leggermente acide o pure, un modesto ritiro in fase di presa;

4) *cemento pozzolanico (tipo CEM IV)*: con materiale pozzolanico dal 15% al 55%; ovverosia la miscela omogenea si otterrà dalla macinazione del clinker Portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico (tipo argille plastiche torrefatte come ad es. la bentonite) con la quantità di gesso e anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art. 2 legge 595/1965). Questo tipo di cemento potrà ridurre o eliminare le deficienze chimiche (rappresentate dalla formazione di idrossido di calcio) del cemento Portland. Il calore d'idratazione sviluppato dal cemento pozzolanico risulterà molto inferiore rispetto a quello sviluppato dal Portland di conseguenza, verrà preferito a quest'ultimo per le lavorazioni da eseguirsi in climi caldi ed in ambienti marini;

5) *cemento composito (tipo CEM V)*: si otterrà per simultanea aggiunta di loppa e di pozzolana (dal 18% al 50%);

6) *cemento alluminoso*: (non classificato nella normativa UNI EN 196-1 ma presente nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968) si otterrà dalla macinazione del clinker ottenuto dalla cottura di miscele di calcare e alluminati idraulici (bauxite). I tempi di presa risulteranno simili a quelli dei normali cementi mentre l'indurimento è nettamente più rapido (7 gg. contro i 28 gg.).

Questo legante potrà essere impiegato per lavori da eseguire in somma urgenza dove è richiesto un rapido indurimento (disarmo dopo 5-7 gg); dove occorra elevata resistenza meccanica (titolo 52,5); per gettare a temperature inferiori allo 0 °C (fino a -10 °C); per opere in contatto con solfati, oli, acidi e sostanze in genere aggressive per gli altri cementi; per impiego in malte e calcestruzzi refrattari per temperature fino a circa 1300 °C.

Dei cementi alluminosi si potrà disporre di due tipi speciali: a presa lenta con ritiro contenuto (inizio presa dopo 15 ore, termine presa dopo altre 15 ore) e a presa rapida (inizio presa dopo 1 ora e termine dopo 2 ore).

Esempio di terminologia del cemento: la sigla CEM II A-L 32,5 R identifica un cemento Portland al calcare con clinker dal 80% al 94% (lettera A) e con calcare dal 6% al 20% (lettera L), classe di resistenza 32,5, con alta resistenza iniziale (lettera R).

Tabella 1 - *Classificazione tipi di cemento con relativa composizione: le percentuali in massa riferiti al nucleo del cemento, escludendo solfato di calcio e additivi (UNI EN 197-1)*

| Tipo | Denominaz. | Sigla | Clinker | Loppa d'alto forno granul. | Micro silice | Pozzolana | | Cenere volante | | Scist o calci nato | Calcare | Cost. |
|------|--------------------------|--------|---------|----------------------------|--------------|-----------|----------|----------------|---------|--------------------|---------|-------|
| | | | | | | Natur. | Industr. | Silicica | Calcica | | | |
| | | | K | S | D | P | Q | V | W | | | |
| I | Cemento Portland | I | 95-100 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | Cem. Portland alla loppa | II A-S | 80-94 | 6-20 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | II B-S | 65-79 | 21-35 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 0-5 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| | Cem. Portland alla microsilice | II A-D | 90-94 | --- | 6-10 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | Cemento Portland alla pozzolana | II A-P | 80-94 | --- | --- | 6-20 | --- | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | II B-P | 65-79 | --- | --- | 21-35 | --- | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | II A-Q | 80-94 | --- | --- | --- | 6-20 | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | II B-Q | 65-79 | --- | --- | --- | 21-35 | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| II | Cemento Portland alle ceneri volanti | II A-V | 80-94 | --- | --- | --- | --- | 6-20 | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | II B-V | 65-79 | --- | --- | --- | --- | 21-35 | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | II A-W | 80-94 | --- | --- | --- | --- | 6-20 | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | II B-W | 65-79 | --- | --- | --- | --- | 21-35 | --- | --- | --- | 0-5 |
| | Cemento Portland allo scisto calcinato | II A-T | 80-94 | --- | --- | --- | --- | --- | 6-20 | --- | --- | 0-5 |
| | | II B-T | 65-79 | --- | --- | --- | --- | --- | 21-35 | --- | --- | 0-5 |
| | Cemento Portland al calcare | II A-L | 80-94 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 6-20 | --- | 0-5 |
| | | II B-L | 65-79 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 21-35 | --- | 0-5 |
| | Cemento Portland composito | II A-M | 80-94 | 6-20 | | | | | | | | |
| | | II B-M | 65-79 | 21-35 | | | | | | | | |
| III | Cemento d'altoforno | III A | 35-64 | 36-65 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | III B | 20-34 | 66-80 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | IIIC | 5-19 | 81-95 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| IV | Cemento pozzolanico | IV A | 65-89 | --- | 11-35 | | | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | IV B | 45-64 | --- | 36-55 | | | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| V | Cemento composito | V A | 40-64 | 18-30 | --- | 18-30 | | --- | --- | --- | --- | 0-5 |
| | | V B | 30-39 | 31-50 | --- | 31-50 | | --- | --- | --- | --- | 0-5 |

I costituenti secondari possono essere filler oppure uno o più costituenti principali, salvo che questi non siano inclusi come costituenti principali del cemento.

La proporzione di microsilice è limitata al 10%.

La proporzione di loppa non ferrosa (pozzolana industriale) è limitata al 15%.

La proporzione di filler silicica nella Cenere Volante è limitata al 5%.

I diversi tipi di cemento dovranno essere forniti in varie classi di solidificazione, contrassegnate dal colore dei sacchi d'imballaggio o, nel caso in cui si utilizzi cemento sfuso, dal colore della bolla d'accompagnamento che deve essere attaccata al silo. I cementi appartenenti alle classi di resistenza 32,5 42,5 e 52,5 verranno classificati in base alla resistenza iniziale in cementi con resistenza iniziale normale e resistenza più alta (sigla aggiuntiva R). I cementi normali (portland, pozzolanico o d'altoforno) contraddistinti dalla sigla 22,5 potranno essere utilizzati esclusivamente per sbarramenti di ritenuta.

Tabella 2 Classificazione tipi di cemento mediante classi di solidità e colorazione di riconoscimento

| Classe di solidità titolo | Resistenza alla tensione di compressione N/mm ² | | | | Colorazione di riconoscimento | Colore della scritta | Tempo di inizio presa mm | Espansione mm |
|------------------------------|--|----------|------------------|------|-------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------|
| | Resistenza iniziale | | Solidità normale | | | | | |
| | 2 giorni | 7 giorni | 28 giorni | | | | | |
| 32,5 | - | ≥ 16 | ≥ | ≤ | Marrone chiaro | Nero | ≥ 60 | ≥ 10 |
| 32,5 R | ≥ 10 | - | 32,5 | 52,5 | | Rosso | | |

| | | | | | | | | |
|--------|------|---|------|------|-------|--------|-------|--|
| 42,5 | ≥ 10 | - | ≥ | ≤ | Verde | Nero | | |
| 42,5 R | ≥ 20 | - | 42,5 | 62,5 | | Rosso | | |
| 52,5 | ≥ 20 | - | 52,5 | - | Rosso | Nero | ≥ 425 | |
| 52,5 R | ≥ 30 | - | | | | bianco | | |

Art. IV.3.3 Cementi speciali

Sono così definiti quei cementi che presenteranno resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli stabiliti per i cementi normali, differenze dovute a miscele di particolari composti o da elevate temperature di cottura ovvero dall'uso di additivi tipicamente specifici.

1) *Cementi bianchi*: simili come comportamento agli altri cementi comuni Portland. Dovranno essere ricavati dalla cottura di marne (caolini e calcari bianchi mineralogicamente puri) prive del tutto o con una quantità limitatissima di ossidi di ferro e di manganese; gli eventuali residui dovranno essere eliminati con trattamento fisico-chimico.

Il bianco del cemento dovrà essere definito dalle ditte produttrici con tre parametri diversi: brillantezza⁵, lunghezza d'onda dominante⁶ e purezza⁷ inoltre, potrà anche essere definito con l'indice di bianchezza⁸ (contenuto per un cemento industriale tra 70 e 90). Questo tipo di cemento potrà essere utilizzato per opere di finitura quali stucchi ed intonaci, per opere in pietra artificiale è, inoltre, utilizzabile, in piccole quantità negli impasti a base di calce aerea (intonachini, sagramature, copertine creste dei muri ecc.) così da aumentarne la resistenza meccanica ma permettere ugualmente la permeabilità al vapore d'acqua.

2) *Cementi colorati*: dovranno essere ottenuti dai cementi bianchi miscelati con polvere della stessa finezza, costituita da ossidi, pigmenti minerali⁹, o simili in proporzione mai superiore al 10% così da evitare impedimenti di presa ed eccessivi ritiri.

3) *Cementi soprasolfati*: cementi di natura siderurgica che dovranno costituirsi di una miscela di loppa granulata d'altoforno in percentuale dell'80%-85% da gesso o anidrite in percentuale del 10% e da clinker di cemento Portland per circa il 5%. Dovranno essere utilizzati per opere marine e strutture in calcestruzzo a contatto con soluzioni acide. Non risulteranno adatti per operazioni di recupero e/o restauro conservativo.

4) *Cementi ferrici*: dovranno costituirsi di miscele ricche d'ossido di ferro e polvere di allumina, macinando congiuntamente e sottoponendo a cottura mescolanze di calcare, argilla e ceneri di pirite; per questo dovranno contenere più ossido ferrico che allumina, ed essere quasi totalmente privi di alluminato tricalcico. La loro caratteristica preminente, oltre a presentare un buon comportamento con gli aggressori chimici, è quella di avere minor ritiro degli altri cementi ed un più basso sviluppo di calore di idratazione; risulterà adatto per le grandi gettate.

5) *Cementi espansivi*: dovranno essere ricavati da miscele di cemento Portland ed agenti espansivi intesi a ridurre od eliminare il fenomeno del ritiro. Generalmente, potranno essere distinti in due tipi: a ritiro compensato allorché l'espansione sia simile al ritiro (agente espansivo solfoalluminato di tetracalcio), espansivi auto-compresi quando l'espansione risulterà superiore al ritiro (agente espansivo ossido di calcio e/o magnesio). Entrambe le tipologie dovranno essere impiegate miscelandole con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore, gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto. Affinché l'espansione avvenga correttamente sarà necessario provvedere ad una corretta stagionatura in ambiente idoneo.

⁵ Espressa come percentuale tra luce riflessa da una superficie di cemento e quella riflessa da una uguale superficie di ossido di magnesio considerato il corpo bianco ideale.

⁶ Ovvero la tonalità della sfumatura che caratterizza il bianco, la lunghezza d'onda dominante varia tra il giallo e l'azzurro.

⁷ Ovvero l'intensità della sfumatura, la purezza sarà misurata dalla percentuale di colore, inferiore al 5%.

⁸ Ovvero il rapporto tra il coefficiente di riflessione del cemento bianco e quello di solfato di bario assunto come riferimento.

⁹ I coloranti più usati sono per il nero il nero manganese; per il rosso l'ossido di ferro; per il blu l'oltremare puro o il blu cobalto; per i verdi l'ossido di cromo; per i gialli l'ocra.

- 6) *Cementi a presa rapida o romano*: miscele di cemento alluminoso e di cemento Portland (con rapporto in peso fra i due leganti prossimi a uno da impastarsi con acqua), con idonei additivi tali da permettere le seguenti prestazioni: inizio presa entro un minuto dalla messa in opera e termine presa non più di trenta minuti. L'impiego dovrà essere riservato e limitato ad opere aventi carattere di urgenza o di provvisorietà e con scarse esigenze statiche.

Art. IV.3.4 - Prescrizioni sull'uso di cementi per le opere a progetto

E' previsto l'uso esclusivo di cemento bianco, da mischiare alla calce idraulica naturale NHL 5 per la creazione di massi e massetti. Il cemento bianco dovrà essere fornito dall'Appaltatore secondo la norma UNI EN 197/1: Cemento bianco Portland tipo IV a resistenza iniziale elevata (CEM I 52,5 R).

Art. IV.4 - Leganti sintetici

Le resine sono polimeri ottenuti partendo da molecole di composti organici semplici. In qualsiasi intervento di manutenzione e restauro sarà fatto divieto utilizzare prodotti di sintesi chimica senza preventive analisi di laboratorio, prove applicative, schede tecniche e garanzie da parte delle ditte produttrici.

Su manufatti di valore archeologico il loro utilizzo sarà vietato, salvo comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati all'intervento o al loro contorno. I polimeri organici possono essere disponibili sotto varie forme:

- leganti sia per incollaggi (adesivi strutturali), stuccature, iniezioni e sigillature di quadri fessurativi, sia sotto forma di resine emulsionabili in acqua per intonaci che presentano un basso grado di assorbimento dell'acqua liquida ed una elevata durabilità;
- additivi per malte e pitture al fine di migliorare l'idrorepellenza, la velocità d'indurimento e le caratteristiche fisico-chimiche dell'impasto ovvero della pittura;
- impregnanti consolidanti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, cls ecc.;
- impregnanti idrorepellenti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, cls ecc. capaci di costituire una efficace barriera contro l'acqua;
- impregnanti idro ed oleorepellenti per il trattamento di materiali porosi particolarmente esposti agli agenti inquinanti atmosferici.

Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici dei leganti sintetici sono regolati dalle norme UNICHIM. Mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle indicazioni fornite dalle raccomandazioni NorMaL.

La loro applicazione dovrà sempre essere eseguita da personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori.

RESINE EPOSSIDICHE

Prodotti termoindurenti (molecole tridimensionali); si otterranno dalla formazione di catene con due tipi di molecole con una gamma illimitata di variazioni possibili (questa caratteristica fa sì che non esista un solo tipo di resina epossidica, ma svariati formulati epossidici che cambieranno di volta in volta le proprie caratteristiche a seconda, sia del rapporto resina-indurente, sia degli eventuali additivi plastificanti, fluidificanti, acceleranti ecc.); presentano il vantaggio di poliaddizionarsi senza produrre sottoprodotti che porterebbero ad un aumento di volume.

Si distinguono dalle resine acriliche per l'elevato potere collante che ne giustifica l'uso come adesivo strutturale; presentano una buona resistenza chimica (soprattutto agli alcali), resistono molto bene all'acqua ed ai solventi organici. I maggiori pregi delle resine epossidiche risiederanno nelle loro elevate proprietà meccaniche (resistenze a compressione, a trazione, a flessione), nella perfetta adesione al supporto e nel ritiro molto limitato durante l'invecchiamento (meno di 1%); gli svantaggi sono riconducibili alla difficoltà di penetrazione (dovuta all'elevata viscosità), alla bassa resistenza al calore ed ai raggi ultravioletti (con i conseguenti fenomeni d'ingiallimenti e sfarinamento superficiale).

Gli adesivi epossidici (ovvero resine utilizzate come leganti per ricongiungere frammenti distaccati), normalmente utilizzabili saranno liquide con indurente a lenta o a rapida reattività (da utilizzare per consolidamenti o più spesso per intasamento delle fessure o per imperniature) o in pasta lavorabili con indurente a lenta o a rapida reattività (per stuccature, ponti di adesione, piccole ricostruzioni e fissaggio perni) in questo secondo caso si provvederà ad intervenire, in fase di formulazione, aggiungendo additivi tissotropizzanti. Di norma questi adesivi saranno totalmente esenti da solventi, non subiranno ritiro durante l'indurimento e grazie alla loro natura tixotropica potranno essere facilmente applicabili anche su superfici verticali in consistenti spessori.

Le caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

Art. IV.4.1 prescrizioni per i leganti sintetici nelle opere a progetto

Gli unici leganti sintetici previsti a progetto sono le resine epossidiche per il fissaggio di nuove barre metalliche d'armatura (staffe, ecc.) nelle travi di calcestruzzo armato da trattare e consolidare, ove ce ne sia necessità e su insindacabile giudizio della D.L.

Art. IV.5 - Materiali inerti per malte, conglomerati, drenaggi e riempimenti

L'analisi granulometrica, atta a definire la pezzatura di sabbie, ghiaie e pietrischi dovrà essere eseguita utilizzando i crivelli ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334. Sarà, pertanto, obbligo dell'Appaltatore, mettere a disposizione della D.L. detti crivelli così che possa eseguire il controllo granulometrico. Il diametro massimo dei grani dovrà essere scelto in funzione del tipo di lavorazione da effettuare: malta per intonaco, malta per stuccatura, malta per sagramatura, malta per riprese, impasti per getti, impasti per magroni ecc. Gli aggregati per le malte dovranno altresì essere conformi alle norme UNI EN 13139:2003.

GHIAIA E PIETRISCO

Le ghiaie saranno costituite da elementi di forma arrotondata di origine naturale, omogenei pulitissimi ed esenti da materie terrose argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte (calcaree o silicee), non gessose ad alta resistenza a compressione, dovrà, inoltre, essere ben assortita. Priva di parti friabili ed, eventualmente, lavata con acqua dolce al fine di eliminare materie nocive. I pietrischi (elementi di forma spigolosa di origine naturale o artificiale) oltre ad essere anch'essi scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee, potranno provenire dalla spezzettatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione (minimo 1200 kg/cm²), all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo. Entrambe le tipologie di inerti dovranno avere dimensioni massime (prescritte dalla D.L.) commisurate alle caratteristiche di utilizzo. Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal DM 9 gennaio 1996, Allegato 1, punto 2 e dalla norma UNI 8520. In ogni caso le dimensioni massime dovranno essere commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Nel dettaglio gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere di dimensioni tali da:

- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 50 mm se utilizzati per lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, rivestimenti di scarpata ecc.
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 40 mm se utilizzati per volti di getto;
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 30 mm se utilizzati per cappe di volti, lavori in cemento armato, lavori a parete sottile.

In ogni caso, salvo alcune eccezioni, gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da non passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 10 mm.

Tabella 5.1 Classificazione della ghiaia e del pietrisco in base alla loro granulometria

| Tipo | | Granulometria in mm | Utilizzo |
|------------------------------|-------------------|---------------------|--|
| Ciotoli o "pillole di fiume" | | 80-100 | pavimentazioni stradali |
| GHIAIA rocce | grossa o ghiaione | 50-80 | riempimenti, vespai, massicciate, sottofondi |
| | mezzana | 20-50 | riempimenti, solai, getti |

| | | | |
|--------------------|--------------------------|----------------|---|
| | ghiaietto "pisello" o | 10-20 | riempimenti, solai, getti |
| | granello "risone" o | 7-10 | rinzaffi ad alto spessore, zoccolature, bugnati, pavimentazioni, piccoli getti |
| PIETRISCO rocce | grosso | 40/71 | riempimenti, vespai, getti |
| | ordinario | 25/40 15/25 | pavimentazioni stradali, getti, riempimenti |
| | pietrischetto | 10/15 | pavimentazioni stradali, getti, riempimenti |
| GRANIGLIA marmo | graniglia grossa | 5/20 | pavimenti a seminato, a finto mosaico |
| | graniglia media | 2,5/11 | pavimenti a seminato, a finto mosaico, battuti |
| | graniglia minuta | 0,5/5 | marmette di cemento, pavimenti a seminato, battuti |

SABBIE

Le sabbie vive o di cava, di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea ricavate dalla frantumazione di rocce con alta resistenza alla compressione, né gessose, né gelive dovranno essere: ben assortite, costituite da grani resistenti, prive di materie terrose, argillose, limacciose, polverulenti, di detriti organici e sostanze inquinanti; inoltre, avere un contenuto di solfati e di cloruri molto basso. Le sabbie dovranno, altresì essere scricchiolanti alla mano, ed avere una perdita di peso non superiore al 2% se sottoposte alla prova di decantazione in acqua. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione della direzione lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla citata norma UNI 2332 per il controllo granulometrico. In particolare:

– *la sabbia per murature* in genere dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 (UNI 2332-1);

– *la sabbia per intonaci, stuccature e murature di paramento* od in pietra da taglio dovrà essere costituita da grani passanti attraverso lo staccio 0,5 (UNI 2332-1);

– *la sabbia per i conglomerati cementizi* dovrà essere conforme a quanto previsto nell'Allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e dall'Allegato 1, punto 1.2, del DM 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche". I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0,1 mm e 5,0 mm (UNI 2332) ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera.

Le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno, salvo diverse specifiche di progetto, essere costituite da granuli del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata con acqua dolce, anche più volte, al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva. L'accettabilità della sabbia verrà definita con i criteri indicati all'art. 6 del DR 16 novembre 1939, n. 2229, nell'Allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e nell'Allegato 1, punto 2 del DM 27 luglio 1985; la distribuzione granulometrica dovrà essere assortita e comunque adeguata alle condizioni di posa in opera.

Tabella 5.2 Classificazione delle sabbie in base alla loro granulometria

| Tipo | | Granulometria in mm | Utilizzo |
|---------------------------|-------------------|---------------------|---|
| SABBIA silice, calcare | Grossa o sabbione | 2/6 | malta da costruzione, arriccio, rinzaffo (spessore 2-5 cm), calcestruzzi |
| | media | 1/2 | malta da rasatura, arriccio, intonachino, malta da allettamento |
| | fina | 0,5/1 | finiture, stuccature, iniezioni di consolidamento |
| | finissima | 0,05-0,5 | rifiniture, decorazioni, stuccature, iniezioni di consolidamento |

POLVERI

Ricavate dalla macinazione meccanica di marmi (carrara, verona, botticino ecc.) e pietre (silice ventilata, silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, dove prescritto dal progetto o dalla D.L., alla miscela secca di sabbie in quantitativo, salvo diverse prescrizioni, di circa 10-15% in peso.

La silice micronizzata si presenta come una polvere bianca, amorfa ai raggi X, con grandezza delle particelle primarie di 5-30 nanometri. Le caratteristiche principali sono: effetto addensante, tixotropante, antisedimentante, rinforzante per elastomeri, miglioramento dell'effetto di scorrimento delle povere ed effetto assorbente.

PIETRA MACINATA

Inerti ottenuti dalla frantumazione naturale di rocce calcaree e/o sedimentarie, appartenenti al gruppo delle arenarie, proveniente direttamente da cave o da materiale di recupero della stessa fabbrica in questo caso, preventivamente alla macinazione, sarà cura dell'Appaltatore provvedere ad una accurata pulizia seguita da cicli di lavaggio e asciugatura così da rimuovere eventuali tracce di sostanze inquinanti ed impurità varie.

La pietra macinata, se non diversamente specificato, dovrà possedere le seguenti caratteristiche: buona resistenza a compressione; bassa porosità così da garantire un basso coefficiente di imbibizione; assenza di composti idrosolubili (ad es. gesso); assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico.

Il materiale derivato dalla frantumazione delle pietre proveniente da cave (da utilizzare per intonaci e stuccature) dovrà, necessariamente, essere dapprima accuratamente ventilato ed in seguito lavato più volte con acqua dolce così da asportare la polvere di macinazione che ricoprendo i granuli dell'inerte potrebbe compromettere l'utilizzo. L'inerte macinato sarà, di norma, classificato, in base alla sua granulometria, in:

- fine da 0,3 a 1 mm;
- media da 1 a 3 mm;
- grossa da 3 a 5 mm;
- molto grossa da 5 a 10 mm.

Per il controllo granulometrico sarà cura dell'appaltatore fornire alla D.L. i crivelli ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334.

POZZOLANA

Le pozzolane (tufo trachitico poco coerente e parzialmente cementato di colore grigiastro, rossastro o bruno) dovranno essere ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti ed essere di grana fine (dimensione massima dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico inferiore ai 5 mm), asciutte ed accuratamente vagliate, con resistenza a pressione su malta normale a 28 gg di 2,4 N/mm², resistenza a trazione su malta normale a 28 gg. di 0,4 N/mm² e residuo insolubile non superiore al 40% ad attacco acido basico. Qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal RD 16 novembre 1939, n. 2230.

COCCIO PESTO

Granulato di coccio macinato disidratato, dovrà essere ricavato dalla frantumazione di laterizio a pasta molle, mattoni, tavelle e coppi fatti a mano cotti a bassa temperatura (< a 950°C); a seconda delle zone di provenienza potrà presentare un colore da toni variabile dal giallo al rosso. Risulterà reperibile in diverse granulometria: a grana impalpabile 00-0, polvere 0-1,2 mm, fine 1,2-3 mm, media 3-8 mm, grossa 8-20 mm. La polvere di coccio pesto dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva. Per le sue caratteristiche di pozzolanicità e traspirabilità potrà essere usato per la produzione di malte ed intonaci naturali anche con spessori consistenti.

METACAOLINO

Il metacaolino ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), ottenuto per calcinazione a 730°C del caolino (argilla primaria caratterizzata da un alto contenuto di silice e allumina attive) per le sue caratteristiche di pozzolanicità e traspirabilità potrà essere usato per la produzione di malte ed intonaci a marmorino ma anche per il consolidamento d'intonaci mediante iniezioni in profondità. Caratteristiche: colore bianco (grado 85,5 metodo ISO); ossido di silicio 47%; ossido di alluminio 37,8%; ossido di ferro 0,6%; pH al 10% in acqua $5,0 \pm 0,5$; peso specifico $2,3 \text{ gr/dm}^3$.

ARGILLE ESPANSE

Materiali da utilizzare principalmente come inerti per il confezionamento di calcestruzzi alleggeriti; in genere si ottengono tramite cottura di piccoli grumi ottenuti agglomerando l'argilla con poca acqua. Ogni granulo di colore bruno dovrà presentare: forma rotondeggiante (diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm), essere scevro da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei, non essere attaccabile da acidi, e conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura.

Di norma le argille espanse saranno in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla. Sarà, comunque, possibile utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità evitando fenomeni di assorbimento di acque anche in minime quantità.

Con appositi procedimenti i granuli potranno anche essere sinterizzati e trasformati in blocchi leggeri (mattoni, mattoni forati) da utilizzare, eventualmente, per pareti isolanti.

POMICE ED ALTRI INERTI NATURALI LEGGERI

Gli inerti leggeri di pomice dovranno essere formati da granuli leggeri di pomice asciutti e scevri da sostanze organiche, polveri od altri elementi estranei. Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto. Per quanto riguarda gli aggregati leggeri nel caso di utilizzo per miscele strutturali dovranno necessariamente possedere resistenza meccanica intorno ai valori di 15 N/mm^2 .

Art. IV.6 - Elementi di laterizio e calcestruzzo

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) potranno essere realizzati in laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito, calcestruzzi cellulari; essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale).

Gli elementi resistenti, quando impiegati nella costruzione di murature portanti, dovranno, necessariamente, rispondere alle prescrizioni contenute nel DM LLPP n. 103 del 20 novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento" (d'ora in poi DM 103/1987). Rientreranno in queste prescrizioni anche i mattoni da "paramento" ovverosia, quelli utilizzati per rivestimenti esterni ma che hanno, contemporaneamente una funzione portante.

Nel caso di murature non portanti, le suddette prescrizioni insieme alle norme UNI 8942 "Prodotti di laterizio per murature" potranno costituire un utile riferimento. Le eventuali prove su detti elementi dovranno essere condotte secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 772 "Metodi di prova per elementi di muratura".

Tabella 6.1 Tipologie degli elementi resistenti artificiali e spessori minimi dei muri (DM 20/11/87)

| Tipo di elemento | φ | Elementi resistenti in laterizio | | Elementi resistenti in calcestruzzo | |
|-----------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------|---|---------------------------|
| | | f (cm ²) | Spessore minimo (cm) | f (cm ²) | Nessun limite di spessore |
| Mattone pieno | $\leq 15\%$ | ≤ 9 | 12 | | |
| Mattone e blocchi semipieni | 15% --- 45% | ≤ 12 | 20 | $\leq 0,10 \text{ A con } A \leq 900 \text{ cm}^2$ $\leq 0,15 \text{ A con } A > 900 \text{ cm}^2$ | |
| Mattone e blocchi forati | 45% --- 55% | ≤ 15 | 25 | | |

Mattoni = elementi resistenti artificiali aventi forma parallelepipedica
Blocchi = elementi resistenti artificiali di grande formato con volume maggiore di circa 5500 cm³
A = area lorda della faccia forata delimitata dal suo perimetro
F = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti
f = area media di un foro (solo per il laterizio)
 $j = 100 \times F/A$ = percentuale di foratura

Saranno considerati **pieni** i mattoni trafiletti (tipo A massiccio, tipo B a tre fori), quelli pressati che presentano incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta, nonché i pressati cellulari (mattoni dotati di fori profondi ma non passanti). Dimensioni UNI 5,5 x 12 x 25 cm e 6 x 12 x 24 cm.

Saranno considerati **semipieni** i laterizi per murature destinati, di norma, ad essere messi in opera con i fori verticali, con apprezzabili caratteristiche di resistenza (foratura pesante). I blocchi semipieni potranno essere prodotti con laterizio "alveolato", ovverossia dotato di porosità uniforme tale da ridurre il peso a 1600-1400 kg/m³. I laterizi semipieni si distingueranno in: mattone semipieno tipo pesante o leggero (dim. 5,5 x 12 x 25 cm; 6 x 12 x 24 cm; - da paramento - dim. doppio UNI 12 x 12 x 25 cm) blocco forato (dim. 12/15 x 25 x 25 cm; 20 x 20 x 40 cm), e blocco forato ad incastro (dim. 20 x 25 x 30 cm; 20 x 30 x 45 cm; 20 x 30 x 50 cm).

Saranno denominati **forati** i laterizi per murature destinati di norma ad essere posti in opera con i fori orizzontali; se non diversamente specificato si classificheranno in:

- *foratino o "staccione"* (tre fori dim. 5 x 15 x 30 cm);
- *forato comune* (sei fori dim. 8 x 12 x 25 cm);
- *foratella o tramezzata* (otto-dieci fori dim. 8/12 x 25 x 25 cm);
- *foratone* (dodici fori dim. 12 x 24 x 24 cm, 15 x 24 x 30 cm).

A seconda del grado di cottura i laterizi (mattone pieno e semipieno, mezzo mattone, tre quarti, quarto o "bernardino", mezzolungo o "tozzetto", mezzana, pianella) potranno essere distinti in:

- a) *alberi*, poco cotti, porosi, di colore chiaro (rosa o giallo), scarsamente resistenti, di norma non adatti come materiale per funzioni strutturali;
- b) *mezzanelli dolci*, più rossi dei precedenti, ma con resistenza ancora piuttosto bassa;
- c) *mezzanelli forti*, di colore rosso vivo, poco porosi, con resistenza a compressione, nel caso di mattoni pieni, comprese tra 25 e 40 MPa;
- d) *ferraioli*, troppo cotti, di colore rosso scuro (tendente al bruno), poco porosi in superficie, poco aderenti alle malte.

Il colore, oltre che dalla temperatura di cottura e dalla durata di tale trattamento, dipenderà anche dal tenore degli ossidi di ferro, dei silicati e del calcare presente nella miscela argillosa, e potrà variare dal giallo al rosso, più o meno cupo.

Prodotti comuni: i mattoni pieni per uso corrente dovranno essere a forma di parallelepipedo regolare, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante, avere una colorazione il più uniforme possibile nonché presentare, sia all'asciutto che dopo la prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla norma UNI vigente.

Per i mattoni pieni e i mattoni e blocchi semipieni per uso corrente ai fini dell'accettazione di un elemento saranno ammesse:

- 1 fessura interna nella direzione dei fori interessante tutta la dimensione dell'elemento per elementi con una sezione fino a 700 cm²;

- 2 fessure per sezioni maggiori di 700 cm²;
- 4 fessure nella direzione dei fori sulle pareti esterne, non maggiori del 200% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa;
- 2 fessure ortogonali alla direzione dei fori sulle pareti e sulle facce esterne, non maggiori del 10% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa (due fessure concorrenti in uno spigolo sono da considerarsi una fessura sola).

In ogni caso il numero totale delle fessure ammesse sulla superficie esterna complessiva dell'elemento non deve superare il valore 4 non saranno da considerarsi nel computo lesioni aventi una estensione \leq 5% della lunghezza dell'elemento, misurata secondo la direzione della lesione stessa.

Per ciascun elemento non sarà tollerata, sulla sua superficie, nessuna protuberanza o scagliatura di diametro medio $>$ di 30 mm; protuberanze e scagliature di diametro minore non dovranno essere sistematiche. La quantità di elementi non conformi, ammessa complessivamente nel campione, per fessure, scagliature e protuberanze dovrà risultare \leq a 21.

Prodotti faccia a vista e da rivestimento: le liste in laterizio per rivestimenti murari a colorazione naturale o colorate con componenti inorganici, potranno presentare nel retro, tipi di riquadri in grado di migliorare l'aderenza con le malte o, essere foggiate con incastro a coda di rondine. Il loro potere di imbibizione non dovrà superare il 10% in peso di acqua assorbita ed il loro contenuto di Sali solubili non dovrà essere superiore a 0,05% o a 0,03%, a seconda dei tipi. Nel caso in cui il colore superficiale dell'elemento risultasse diverso da quello del supporto interno non sarà ammessa alcuna mancanza di rivestimento sulla superficie destinata a restare a vista che renda visibile il corpo ceramico di base.

Per quanto concerne le facce non destinate a rimanere a vista resteranno validi i requisiti enunciati per i prodotti comuni; diversamente, se destinate a restare a vista, i difetti superficiali (lunghezza, fessure, dimensioni scagliature e scheggiature) dovranno avere dimensioni tali da non eccedere i limiti riportati in tabella.

Tabella 6.2 (UNI 8942/86)

| Tipo | Facce in vista (ammessa una sola imperfezione per dm ² di superficie) | Spigoli |
|-----------------------|--|---------|
| Liscio | 5 mm | 6 mm |
| Rigato, sabbiato ecc. | 10 mm | 12 mm |

La resistenza meccanica degli elementi dovrà essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel DM 103/1987 in caso di muratura portante e con quelle previste dalla norma UNI 8942 se si tratta di semplice rivestimento.

La fornitura dovrà essere accompagnata da dichiarazione del produttore che attesta la conformità dei mattoni e della stessa fornitura ai limiti di accettazione della norma UNI 8942 (semplice rivestimento) e DM 103/1987 (in caso di muratura portante). Sarà, in ogni caso, facoltà del Direttore dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano realmente le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Tabella 6.3 - Limiti di accettazione dei prodotti faccia a vista e da rivestimento per murature non portanti. All'interno della tabella non sono considerati, data la varietà dei valori delle caratteristiche, i prodotti formati a mano. I suddetti valori potranno essere concordati alla fornitura (UNI 8942)

| CARATTERISTICA | LIMITI E/O TOLLERANZE |
|------------------------------|----------------------------|
| Dimensioni | |
| Lunghezza nel senso dei fori | $\pm 3\%$ (max ± 3 mm) |
| Altre dimensioni | $\pm 2\%$ (max ± 5 mm) |
| Spessore pareti | |
| Interne | 6 mm minimo |

| | |
|--|--|
| Esterne | 15 mm minimo |
| Forma e massa volumica | |
| Planarità facce lungo le diagonali | fino a 10 cm \pm 2 oltre 10 cm $< 2\%$ (max \pm 5 mm) |
| Rettilinearità degli spigoli | fino a 10 cm \pm 2 oltre 10 cm $\pm 2\%$ |
| Ortogonalità degli spigoli | fino a 10 cm ≤ 2 oltre 10 cm $\leq 2\%$ |
| Percentuale foratura | nominale $- 2 + 5\%$ |
| Massa volumica | nominale $\pm 8\%$ |
| Densità apparente | Da concordare |
| Resistenza meccanica | |
| Resistenza caratteristica a compressione | nominale $- 8\%$ |
| Coefficiente di variazione resistenza a compressione | $\leq 20\%$ |
| Trazione per taglio | da concordare |
| Flessione per taglio | da concordare |
| Altre determinazioni | |
| Inclusioni calcaree | massimo 1 cratere $3 < \varphi < 5$ mm per dm ² ; diametro medio crateri < 5 mm; |
| Efflorescenze | Dopo 4 giorni di immersione in acqua gli elementi, lasciati asciugare non ne dovranno presentare |
| Imbibizione | 8 – 20 g/dm ² |
| Assorbimento acqua (quantità) | 10 – 25% |
| Rischio gelività | Comportamento "non gelivo" l'elemento dovrà resistere ad almeno 20 cicli di gelo e disgelo tra i $+ 50^{\circ}$ e i $- 20^{\circ}$ C |

Gli elementi speciali di laterizio per l'esecuzione di solai ovverosia le **pignatte** (avente funzione statica collaborante) e le **volterrane** (avente funzione principale di alleggerimento) dovranno presentare i seguenti spessori minimi: pareti superiori e perimetrali a 8 mm; setti interni 7 mm; raggio minimo di raccordatura 3 mm.

Per gli elementi collaboranti alti h cm (altezza variabile da 12 a 24 cm) l'altezza minima della zona rinforzata (S) sarà 5 cm per $h \geq 25$ e $h/5$ cm per $h < 25$, in ogni caso S non potrà essere inferiore a 4 cm. L'altezza complessiva di entrambi questi blocchi di laterizio potrà variare da 12 cm a 24 cm mentre l'interasse varierà da un minimo di 33 cm ad un massimo di 50 cm. La resistenza meccanica dei suddetti elementi dovrà essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste dalla normativa vigente.

Tabella 6.4 Resistenza caratteristica a compressione

| Tipo blocchi | Volterrane di alleggerimento Kg/cm ² | Pignatte collaboranti Kg/cm ² |
|-------------------------------------|--|---|
| R _{lk} parallela ai fori | 150 | 300 |
| R _{lk} trasversale ai fori | 50 | 150 |
| P punzonamento | 150 | 50 |

Le **tegole piane** (embrici o tegole marsigliesi) o **curve** (coppi o canali), di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a 20 mm dai bordi estremi dei due lati corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a 120 kg, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di 1 kg cadente dall'altezza di 20 cm. Sotto un carico di 50 mm d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole dovranno risultare impermeabili (UNI EN 538-539). Le tegole piane, infine, non dovranno presentare difetto alcuno nel nasello.

Art. IV.6.1 Prescrizioni per elementi in laterizio nelle opere a progetto

Gli elementi previsti nelle opere a progetto sono sempre elementi destinati ad opere di reintegrazione muraria per cui, salvo precise disposizioni della D.L. si tratterà sempre di elementi prodotti artigianalmente, che andranno campionati per colore e granatura. In nessun caso sarà possibile proporre elementi in laterizio prodotti in scala industriale o tramite processo di estrusione.

Prodotti per reintegrazioni o ricostruzioni *ad identicum* dell'antico: I mattoni da utilizzare per le integrazioni murarie con l'esistente dovranno essere dello stesso tipo, forma e colore di quelli esistenti, prodotti in fornaci artigianali e campionati dalla D.L., che si riserva il diritto della verifica direttamente in fornace.

Art. IV.7 - Materiali ferrosi e metalli vari

N.B.: Le specifiche sotto riportate per i profilati metallici devono essere adeguate al D.M. 14/01/2008

Art. IV.7.1 Materiali ferrosi

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

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal citato DM 30 maggio 1974 ed alle norme UNI vigenti nonché presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- 1) **Ferro:** il ferro comune di colore grigio con lucentezza metallica dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.
- 2) **Acciaio trafilato o laminato:** tale acciaio, che potrà essere del tipo I (ossia extradolce e dolce il cosiddetto ferro omogeneo, con contenuto di carbonio inferiore a 0,1% per il primo e compreso tra 0,1% e 0,2% per il secondo; gli acciai saranno indicati con i simboli Fe 33 C10 o C16, e Fe 37 C20), o del tipo II (ossia semiduro e duro compresi tra il Fe 52 e il Fe 65 con contenuto di carbonio compreso tra 0,3% e 0,65%), dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà, saranno richiesti perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o altre razioni.

Esso dovrà, inoltre, essere saldabile e non suscettibile di prendere la temperatura; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare. Rientreranno in questa categoria le piastre, le lamiere (sia lisce sia ondulate, sagomate ovvero grecate o microdogate), le staffe e le cravatte per il consolidamento delle travi in legno, i fogli ed i nastri di vari spessori e dimensioni.

- 3) **Acciaio profilato per strutture di armatura:** rientreranno in questa categoria sia i prodotti ottenuti per estrusione i cosiddetti "profilati" a sezione più o meno complessa secondo le indicazioni di progetto (a "T" UNI 5681, a "doppio T o IPE" UNI 5398; ad "H o HE" UNI 5397; ad "L"; ad "U" ecc.) sia quelli a sezione regolare detti anche barre, "tondini" o "fili" se trafilati più sottili. I tondini di acciaio per l'armatura del calcestruzzo siano essi lisci (Fe B32 k) o ad aderenza migliorata (Fe B38 k o Fe B44 k) dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nel DM del 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il collaudo e l'esecuzione delle strutture delle opere di c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" attuativo della legge n. 1086 del 5 novembre 1971 e relative circolari esplicative, nonché alle norme UNI vigenti. In linea generale il materiale dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego o l'aderenza ai conglomerati. È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Tabella 7.1 Caratteristiche meccaniche minime per barre nervate e per reti di acciaio elettrosaldate (DM 9/01/96)

| Tipo di acciaio | Fe B38 k | Fe B44 k |
|--|-------------------|-------------------|
| Diametro | 5 ÷ 30 mm | 5 ÷ 26 mm |
| Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} | N/mm ² | N/mm ² |
| Tensione caratteristica di rottura f_{tk} | N/mm ² | N/mm ² |
| Allungamento A5 | % | % |
| Fino a 12 mm piegamento a 180° su mandrino avente diametro | 3Φ | 4 Φ |
| Oltre 12 mm fino ai 18 mm | 6 Φ | 8 Φ |

| | | | |
|--------------------------|--|-----------|-----------|
| Oltre 18 mm fino a 25 mm | piega e raddrizzamento su mandrino avente diametro | 8 Φ | 10 Φ |
| Oltre 25 mm fino a 30 mm | | 10 Φ | 12 Φ |

- 4) *Reti in acciaio elettrosaldato*: le reti di tipo "normale" avranno diametri compresi tra i 4 mm e i 12 mm, potranno su richiesta essere zincate; quelle di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da più strati di zinco (circa 250 g/m²) perfettamente aderente alla rete. Tutte le reti utilizzate in strutture di cemento armato dovranno avere le caratteristiche richieste dal DM 27 luglio 1985 e dal DM 9 gennaio 1996 nonché delle norme UNI vigenti (UNI 8926-27 e UNI ISO 10287).

Tabella 7.2 Caratteristiche meccaniche per reti di acciaio elettrosaldato (DM 9 gennaio 1996)

| | | |
|---|-------------------------|-------------|
| Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} ovvero $f_{(0,2)k}$ | N/mm ² | ≥ 390 |
| Tensione caratteristica di rottura f_{tk} | N/mm ² | ≥ 440 |
| Rapporto dei diametri dei fili dell'ordito | Φ_{min}/Φ_{max} | $\geq 0,60$ |
| Allungamento A_{10} | % | ≥ 8 |
| Rapporto f_{tk}/f_{yk} | | $\geq 1,10$ |

- 5) *Acciai inossidabili austenitici* (UNI 3158-3159; 3161): dovranno corrispondere per analisi chimica alle norme AISI (*American Iron Steel Institute*) 304 e 316 (cioè ai rispettivi tipi UNI X5 Cr-Ni 1810 e X5 Cr-Ni-Mo 1712), e AISI 304L e 316L (rispettivi tipi UNI X2 Cr-Ni 1811 e X2 Cr-Ni-Mo 1712), aventi composizione chimiche sostanzialmente uguali alle precedenti a parte per la percentuale di carbonio sensibilmente inferiore che permetterà di migliorare ulteriormente le rispettive caratteristiche di resistenza alla corrosione a fronte, però, di una leggera diminuzione delle caratteristiche di resistenza meccanica (il carico unitario di snervamento R_s scende da 250 MPa a 220 MPa per il tipo 304 e da 260 MPa a 240 MPa per il tipo 316). Nell'acciaio AISI 316 l'utilizzo di molibdeno permetterà di migliorare sensibilmente le caratteristiche alla corrosione in particolare di quella per violazione (il PRE cioè l'indice di resistenza alla violazione *Pitting Resistance Equivalent* del tipo 316 è pari a 23-29 contro il 17-22 del tipo 304).

Il tipo di acciaio a cui si farà riferimento per le caratteristiche meccaniche è il Fe B 44 k. Le modalità di prelievo e le unità di collaudo di tale acciaio seguiranno le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armature in c.a.

Il peso dell'acciaio inox ad aderenza migliorata ad elevato limite elastico (*low carbon*) verrà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione nominale corrispondente determinato in base al peso specifico di 7,95 kg/dm² per il tipo AISI 304L e di 8,00 kg/dm² per il tipo AISI 316L.

Tabella 7.3 Caratteristiche fisico-meccaniche degli acciai inossidabili

| Materiale | Indice resistenza | Conducibilità termica | Modulo elastico GPa | Carico di snervamento kg/mm ² | Allungam. minimo % | Strizione minima % |
|-----------|-------------------|-----------------------|---------------------|--|--------------------|--------------------|
| AISI 304 | 17-22 | 15 | 200 | 25 | 55 | 65 |
| AISI 304L | 18-21 | 15 | 200 | 22 | 55 | 70 |
| AISI 316 | 23-29 | 15 | 193 | 26 | 55 | 70 |
| AISI 316L | 23-29 | 15 | 193 | 24 | 55 | 70 |
| AISI 430 | 16-18 | 26 | 203 | 50 | 18 | 50 |

- 6) *Acciaio fuso in getti*: l'acciaio fuso in getti per cuscinetti, cerniere, rulli o per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

- 7) *Ghisa*: (UNI 5330) la ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. Dovrà essere assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. Le caratteristiche dovranno adempiere i parametri elencati in tabella.

Tabella 7.4 Proprietà meccaniche delle ghise

| Tipo | Carico a rottura (minimo) MPa | Allungamento a rottura (minimo) % | Numero durezza Brinell | Resilenza Charpy KJ/m2 | Modulo Elastico MPa |
|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| Ghisa grigia ordinaria UNI G 15 | 147 | 1 | 150 | 40 | 84000 |

- 8) *Titanio*: il titanio e le sue leghe dovranno rispondere, per le loro caratteristiche, alle normative di riferimento del paese di produzione (UNI 10258). Questo specifico metallo dovrà possedere le seguenti caratteristiche: elevata leggerezza, elevata resistenza meccanica in relazione ad una bassa densità, elevata resistenza alla corrosione, basso coefficiente di dilatazione termica e basso coefficiente di conducibilità termica. Grazie al suo modulo elastico (pari a circa 100 GPa ovvero quasi la metà degli acciai inossidabili) risulterà un metallo facilmente abbinabile ai materiali lapidei, ceramici o, in ogni caso da costruzione. Con un peso specifico di circa 4,5 g/cm³ ed un carico di rottura simile a quello degli acciai il titanio, con le sue leghe fornisce tra i migliori rapporti resistenza meccanica/peso. La norma ASTM B625 identifica in ordine crescente le caratteristiche in classi da 1 a 4, il più usato è il 2, mentre la lega più utilizzata sarà la Ti-6Al-4V contenente il 6% di alluminio, il 4% di vanadio ed il 90% di titanio.

Tabella 7.5 Caratteristiche fisico-meccaniche del titanio e della lega Ti-6Al-4V

| Materiale | Densità g/cm ³ | Punto di fusione °C | Coeff. dilataz. Termica | Modulo elastico GPa | Carico di rottura kg/cm ² | Carico di snervamento kg/cm ² | Allungamento % |
|-----------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--|--|-------------------|
| Titanio | 4,5 | 1668 | 8,4 x 10 | 106 | 3400 | 2800 | 20 |
| Ti-6Al-4V | 4,4 | 1650 | 8,6 x 10 | 120 | 900 | 8300 | --- |

Art. IV.7.2 Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame, il bronzo, l'ottone, l'alluminio, l'alluminio anodizzato, e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni dovranno essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui saranno destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza ovvero la durata.

Art. IV.7.3 Tessuti in fibra d'acciaio

Le proprietà geometriche e meccaniche devono essere determinate secondo le direttive delle norme UNI e ASTM di riferimento così come indicato nel documento CNR-DT 200/2004: "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati".

Art. IV.8 - Prodotti a base di legno

Generalità

Si intenderanno prodotti a base di legno quelli derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che si presenteranno sotto forma di segati, pannelli, lastre ecc.

I prodotti verranno di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

Tabella 8.1 Tensioni nominali in MPa (N/mm²) per legno massiccio

| Specie legnose | Categoria Legname | Flessione | Trazione | | Compressione | | Taglio | Torsione | Modulo elastico |
|--|----------------------|-----------|----------|------|--------------|-----|--------|----------|-----------------|
| | | | 0 | 90 | 0 | 90 | | | |
| Abete rosso | 1 | 11 | 11 | 0,05 | 10 | 2 | 1 | 1 | 12.500 |
| | 2 | 9 | 9 | 0,05 | 8 | 2 | 0,9 | 1 | 11.500 |
| | 3 | 7 | 6 | 0 | 6 | 2 | 0,8 | 0 | 10.500 |
| Abete bianco | 1 | 11,5 | 11 | 0,05 | 1 | 2 | 0,9 | 1 | 13.500 |
| | 2 | 10 | 9 | 0,5 | 9 | 2 | 0,8 | 1 | 12.500 |
| | 3 | 7,5 | 6 | 0 | 7 | 2 | 0,7 | 0 | 11.500 |
| Larice | 1 | 13 | 12 | 0,05 | 12 | 2,5 | 1,1 | 1 | 15.500 |
| | 2 | 11 | 9,5 | 0,05 | 10 | 2,5 | 1 | 1 | 14.500 |
| | 3 | 8,5 | 7 | 0 | 7,5 | 2 | 0,9 | 0 | 13.500 |
| Pino silvestre | 1 | 12 | 11 | 0,05 | 11 | 2 | 1 | 1 | 13.500 |
| | 2 | 10 | 9 | 0,05 | 9 | 2 | 0,9 | 1 | 12.500 |
| | 3 | 8 | 6 | 0 | 7 | 2 | 0,8 | 0 | 11.500 |
| Douglas | 1 | 12 | 10,2 | 0,05 | 11 | 2 | 0,9 | 1 | |
| | 2 | 10 | 8,5 | 0,05 | 8,5 | 2 | 0,9 | 1 | |
| | 3 | 7 | 6 | 0 | 6 | 2 | 0,9 | 0 | |
| Quercia, Faggio | 1 | 12 | 45 | 0,05 | 12 | 3 | 1,2 | 1 | 13.500 |
| | 2 | 11 | 10 | 0,05 | 10 | 2,5 | 1 | 1 | 12.500 |
| | 3 | 8,5 | 7 | 0 | 7,5 | 2,2 | 0,9 | 0 | 11.500 |
| Robinia | 1 | 13,5 | 13 | 0,05 | 12 | 3 | 1,2 | 1,6 | 14.000 |
| | 2 | 11,5 | 11 | 0,05 | 10 | 2,5 | 1 | 1,6 | 13.000 |
| | 3 | 9 | 7 | 0 | 7,5 | 2,2 | 0,9 | 0 | 12.000 |
| Castagno, Olmo, Frassino | 1 | 12 | 11 | 0,05 | 11 | 2 | 0,8 | 1,3 | 10.000 |
| | 2 | 10 | 9 | 0,05 | 9 | 2 | 0,7 | 1,3 | 9.000 |
| | 3 | 8 | 6 | 0 | 7 | 2 | 0,6 | 0 | 8.000 |
| Pioppo | 1 | 10,5 | 9 | 0,05 | 10 | 1,5 | 0,6 | 1 | 9.000 |
| | 2 | 8,5 | 7 | 0,05 | 8 | 1,5 | 0,5 | 1 | 9.000 |
| | 3 | 8,6 | 4,5 | 0 | 6 | 1,5 | 0,4 | 0 | 7.000 |
| 0 sta ad indicare parallela alla fibratura 90 sta ad indicare ortogonale alla fibratura | | | | | | | | | |

Art. IV.8.1 Legnami e materiali derivati dal legno

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenze essi siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al DM 30 ottobre 1912, DPR 24 dicembre 1969, DM del 6 marzo 1986 e alle norme UNI vigenti verranno selezionati, tra le diverse possibilità di scelta, le qualità appartenenti alla categoria prescritta se non presenteranno difetti incompatibili con l'uso per cui sono destinati.

Una classificazione commerciale e pratica, basata sulla forma, distingue i legnami in:

- legname tondo o “tondame”
- legname segato
- legname lavorato a squadratura con sezione quadrata o rettangolare (travi, travicelli ecc.)

– legname segato in tavolame

– legname squadrato

Il legname rotondo: dovrà provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovrà essere sufficientemente diritto, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo; dovrà essere scortecciato per tutta la lunghezza e congruato alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri. L'umidità massima tollerabile per questi materiali dovrà essere del 25%.

Tabella 8.2 Denominazione e misure dei principali prodotti ricavati da legname tondo

| Denominazione | Diametro (cm) | Lunghezza (cm) | Note ed usi comuni |
|-------------------------------------|---------------|--------------------|--|
| Abetelle o stili (antenne, candele) | 12-25 | 200 | Classe media della paleria, solo scortecciati e privati dell'alburno. Utilizzati per ponti di servizio |
| Pali | 15-30 | 200-600 fino a 900 | Classe grossa della paleria di essenza forte e dura sono tronchi privati della scorza e dell'alburno. Utilizzati per fondazione e consolidamento dei terreni |

Il legname segato a spigolo vivo: dovrà essere lavorato e squadrato a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo (saranno comunque ammissibili lievi tolleranze sugli smussi), senza alburno ovvero potrà essere tollerata la moderata presenza di alburno nel legname strutturale.

Tabella 8.3 Denominazione e misure dei principali prodotti ricavati da legname lavorato a squadratura o segato

| Denominazione | Lunghezza (cm) | Larghezza (cm) | Altezza (cm) | Note ed usi comuni |
|--|----------------------|-----------------|-----------------|---|
| Travi o bordonali | 400 fino a 1000-1200 | 20-45 fino a 50 | 14-35 fino a 40 | Elementi squadrati a filo vivo o con tolleranza di smussi. Utilizzati come elemento principale della orditura di sostegno di coperture o solai. |
| Travicelli | 350-550 | 12-18 | 8-15 | Elementi squadrati a filo vivo utilizzati come struttura secondaria di solai o coperture |
| Morali o Correnti (arcarecci, terzere) | 400-900 | 8-10 | 10-14 | Travicelli utilizzati per l'orditura longitudinale delle coperture |
| Correntini o listelli | 300-800 | 5-8 | 3,5-5 | Correnti di minori comunque squadrati e utilizzati specialmente per l'ossatura delle coperture |
| Piane | non infer. a 300 | 4-9 | 4-6 | Travicelli piani e squadrati utilizzati per soffitti, tramezze e simili |

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle sconnessioni; le tavole potranno essere *non refilate* (ovvero ottenute dal solo taglio longitudinale del fusto), *refilate rastremate* (ovvero smussate seguendo la rastrematura) *parallele* (ovvero a spigoli paralleli) la larghezza delle tavole ordinarie potrà variare da 16 cm a 30 cm e da 8 cm a 15 cm per le sottomisure, la lunghezza varierà da 200 cm a 400 cm.

Tabella 8.4 Classificazione delle tavole parallele ricavate da tronchi segati

| Denominazione | Lunghezza (cm) | Larghezza (cm) | Altezza (cm) | Note ed usi comuni |
|---------------|---|----------------|--------------|---|
| Panconi | 400 ma sovente le misure variano da 300 a 600 | 25-40 | 8-15 | Tavole molto grosse utilizzate per lavori di fondazione e per impalcature robuste |

| | | | | |
|----------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|--|
| Tavoloni | 400 può oscillare da 250 a 500 | 20-40 | 5-8 | Tavole di grossezza media |
| Tavole o assi | 300-600 | 15-35 con gradazioni di 2 | 2,5-6 | Utilizzate per lavori di falegnameria e nei lavori di legname minuto |
| Assicelle | variabile circa 250 | 15-25 | 1,2-2,5 | Tavole sottili |
| Denominazione | Lunghezza (cm) | Larghezza (cm) | Altezza (cm) | Note ed usi comuni |
| Scurette | variabile | 15-20 | 1 | |
| Sciaveri o scorzoni | variabile | variabile | variabile | Scarti di segazione provenienti dalla parte |
| | | | | periferica del tronco con un lato rettilineo e l'altro a porzione di circonferenza |
| Piallacci | variabile | variabile | 0,1-0,2 | Fogli di legno di essenza nobile utilizzati per |
| | | | | impiallacciare legni meno pregiati |

Il legname squadrato, ottenuto dai fusti mediante tagli, oltre alla squadratura a spigoli vivi paralleli potrà dar luogo ad altri due tipi di legni:

- legname grossolanamente squadrato a spigolo smussato lavorato a sega o ad ascia, dove tutte le facce dovranno essere spianate senza essere scarnite, saranno tollerati l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale;
- travi con squadratura "uso Trieste" ovvero lavorazione, eseguita su piante intere con una squadratura parziale senza spigolo vivo ottenuta attraverso il processo di piallatura superficiale, mantenendo la conicità del tronco originario.

I legnami per pavimentazioni siano essi listoni che tavolette dovranno necessariamente essere stagionati, ben piallati, esenti da nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte. I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima categoria, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale che circolare.

Essi dovranno essere ben stagionati con un contenuto d'acqua non superiore al 15%; le specie ammissibili nella categoria degli infissi saranno elencati nelle tabelle UNI 2853-54. Tali legni dovranno presentare limitati difetti: sarà prescritta una densità di almeno 3 anelli per cm (con l'esclusione di alburno), non dovranno essere presenti nodi, cipollature, buchi, od altre malfatture palesi, dovranno, inoltre, presentare colore e venatura uniforme.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

Segati di legno

I segati di legno dovranno essere forniti in opera conformemente alle norme UNI vigenti (in particolare UNI EN 844). A complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 10 mm; tolleranze sullo spessore: ± 2 mm; (misurata secondo la norma UNI EN 1313);
- umidità non maggiore del 15%, (misurata secondo la norma UNI 8829);

Pannelli di fibre di legno (legni ricostruiti o rigenerati)

- 1) *Pannelli con struttura uniforme*: tenuta strutturale che si otterrà mediante feltratura delle fibre (legno tondo debole e residuo delle segherie) ed azione adesiva delle forze leganti proprie del legno o di collanti aggiunti (resine sintetiche o resine naturali). Il materiale dovrà risultare omogeneo, con proprietà meccaniche uniformi nelle varie direzioni. Detti pannelli potranno essere del tipo extraduro (fabbricati per via umida), duro (fabbricati per via umida o per via semi secca) entrambi molto resistenti utilizzabili anche per la fabbricazione di travi composte; semiduro (fabbricati per via secca) e/o porosi (fabbricati per via umida) da impiegare per pareti isolanti e tramezzi leggeri.
- 2) *Pannelli MDF (Medium Density Fibreboard)*: pannelli a base di fibra di legno. Le fibre verranno essiccate in misura maggiore che nei pannelli di media durezza. La struttura si presenterà contemporaneamente fine e fitta su tutta la sezione, i pannelli possono venire lavorati e rivestiti come il legno massiccio.

I pannelli di fibre dovranno essere forniti in opera conformemente alle norme UNI vigenti (in particolare UNI EN 316 e UNI EN 622). A complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

– tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 3 mm; tolleranze sullo spessore: $\pm 0,5$ mm; (misurate secondo la norma UNI EN 9363);

| | | |
|-------------------|---------------------|------------------------------------|
| – massa volumica: | per tipo tenero, | minore di 350 kg/m ³ ; |
| | per tipo semiduro, | tra 350 e 800 kg/m ³ ; |
| | per tipo duro, | oltre 800-1000 kg/m ³ , |
| | per tipo extraduro, | oltre 1000 kg/m ³ , |

(misurata secondo la norma UNI EN 323).

Pannelli di particelle (lastre di agglomerato ligneo)

Pannelli di particelle pressati piani: pannelli a base di trucioli di legno tondo o legno per uso industriale legati per mezzo di resine sintetiche, l'orientamento dei trucioli sarà parallelo al piano del pannello.

I pannelli potranno essere monostrato o multistrato (normalmente a 3 o a 5 strati) entrambi i tipi dovranno essere rifiniti con squadratura dei bordi e levigatura. Al fine di migliorare la resistenza alla flessione e il modulo di elasticità i pannelli dovranno contenere particelle dello strato di copertura più piatte;

Pannelli di particelle a estrusione: pannelli, legati con resine sintetiche, nei quali l'orientamento delle particelle dovrà, prevalentemente, essere verticale al piano. I pannelli potranno essere monostrato (pannelli non rivestiti) o multistrato con rivestimento costituito da sfogliati, pannelli di fibre dure, materiali multistrato o sintetici contenenti fibre di vetro;

Pannelli di particelle legate con leganti minerali: pannelli composti da miscela ad alta compressione composta per il 25% circa del peso da particelle di legno e per il 65% da leganti minerali (cemento Portland, magnesite o gesso), acqua, additivi (acceleranti di indurimento) ed eventuali materiali inerti. I pannelli potranno essere forniti grezzi non trattati o rivestiti con fogli di materiale sintetico, vernici disperdenti od intonaci di malta (UNI EN 633-634, UNI EN 1128, UNI EN 1328);

Pannelli OSB (Oriented Strand Board): pannelli a base di particelle di legno con trucioli grandi, relativamente lunghi e orientati. L'orientamento delle particelle sarà ottenuto mediante speciali dispositivi di distribuzione longitudinalmente o trasversalmente alla direzione di fabbricazione del pannello; nel caso di struttura a tre strati l'orientamento delle particelle dell'anima solitamente trasversale e delle particelle dello strato di copertura parallelo alla direzione di fabbricazione.

I pannelli di particelle dovranno essere forniti in opera conformemente alle norme UNI vigenti (in particolare UNI EN 309 e UNI EN 312). A compimento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intenderanno forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezza e larghezza: ± 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: $\pm 0,5$ mm;
- umidità del $10\% \pm 3\%$;

Pannelli di legno compensato

1) multistrato: pannelli con struttura simmetrica composta da un numero di fogli di piallaccio (spessore da 2/10 mm a 3 mm) dispari (a partire da 3 strati), in caso di numero pari i due fogli interni dovranno essere disposti paralleli alla fibratura; le direzioni delle fibratura dovranno essere ruotate reciprocamente in modo perpendicolare. Per usi di tipo strutturale dovranno essere utilizzati pannelli di tipo bilanciato spessore minimo 22 mm, con struttura simmetrica composta da almeno 7 fogli di piallaccio. Il compensato multistrato con almeno 5 strati e spessore superiore a 12 mm è denominato multiplex. Le facce esterne dei pannelli potranno anche essere rivestite con fogli di legno pregiato, così da migliorare l'aspetto estetico del manufatto: l'accoppiamento con tali strati di finitura è detto anche impiallacciatura.

Tabella 8.5 Spessori pannelli compensati multistrati

| Spessore nominale in mm | Numero minimo di strati |
|-------------------------|-------------------------|
| 3-4-5-6 | 3 |
| 8-10-12-15 | 5 |
| 18-20-22 | 7 |
| 25-28-30 | 9 |

2) *A liste e listelli "paniforti"*: realizzato incollando (mediante resine sintetiche) almeno uno sfogliato di copertura su ogni lato ed un foglio centrale su liste o listelli di legno massello disposti uno affianco all'altro; lo spessore varia da 10 mm a 45 mm. Gli strati saranno disposti perpendicolarmente tra loro. Sui due lati dello strato centrale dovrà essere posto uno sfogliato di copertura (pannello a 3 strati) ovvero uno strato di isolante e uno sfogliato di copertura (pannello a 5 strati). L'anima del compensato a liste sarà formata da liste di legno massiccio segate larghe da 24 mm a 30 mm; mentre quella del compensato a listelli sarà costituita da strisce di sfogliato disposte a coltello con uno spessore compreso tra 50 mm e 80 mm.

Per i compensati multistrato e per i paniforti le definizioni, le classificazioni, la composizione, le caratteristiche, i difetti, le dimensioni e gli impieghi saranno contemplati nelle norme UNI vigenti (UNI EN 313). A complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intenderanno forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 5 mm; tolleranze sullo spessore: ± 1 mm; (misurate secondo la norma UNI EN 315);

Art. 8.2 Legno lamellare incollato

Il legno lamellare disponibile sotto forma di travi, di pannelli in multistrati o di sezioni sagomate di varia natura proveniente dalle migliori zone di accrescimento (con raccordi fra le parti mediante piccoli raggi di curvatura il raggio non può essere inferiore a 160 volte lo spessore della lamella di specie resinosa e 200 volte per lamelle di specie dure) dovrà essere fornito in opera conformemente alle norme UNI (in particolare UNI EN 386-397, UNI EN 390-392 e UNI EN 1194) e/o CNR vigenti ed in loro mancanza quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

Ogni pezzatura dovrà essere selezionata qualitativamente e dimensionalmente, stagionata, giuntata di testa e piallata sulle quattro facce, formando le lamelle nelle misure richieste dagli elaborati di progetto. Le lamelle, (di norma spessore ℓ di 5 cm, larghezza ℓ di 25 cm, area massima 60 cm² per specie resinose, 40 cm² per specie dure) assemblate per incollaggio eseguito con collanti di tipo strutturale (a base di resorcina formaldeide o di urea), dovranno essere del tipo impregnato con sostanze atte a garantire l'assoluta inattaccabilità da parte di insetti, funghi, agenti atmosferici e chimici. Le strutture portanti dovranno, grazie all'elevata coibenza termica, impedire la creazione di ponti termici ed eliminare fenomeni di condensa.

Le caratteristiche tecniche richieste al legno lamellare sono:

- categorie di legnami utilizzati: resinoso o duro di I° e II° categoria;
- giunzione longitudinale: fitta dentellatura "a pettine" o "a becco di flauto" sfalsata nell'altezza della sezione complessiva;
- colle utilizzate: colle alla resorcina-formolo (per strutture esposte agli agenti atmosferici) o all'urea-formolo;
- trattamenti antimuffa, fungicida, antiparassitario;
- resistenza al fuoco: classe 30/120;
- rapporto altezza/base: ≤ 10 .

Le tensioni ammissibili dichiarate dal produttore dovranno essere quelle riportate in tabella.

Tabella 8.5 Tensioni ammissibili (kg/cm^2)

| Tipo di sollecitazione | | Categoria I | | Categoria II | |
|---|-------------|-------------|----------|---|----------|
| | | Duro | Resinoso | Duro | Resinoso |
| Compressione assiale | σ' | 140 | 135 | 112 | 107 |
| Compressione trasversale | $\sigma t'$ | 46 | 26 | 41 | 20 |
| Trazione assiale | σ | 168 | 157 | 101 | 90 |
| Trazione trasversale | σt | 12 | 8 | 10 | 6 |
| Flessione | σf | 152 | 146 | 129 | 112 |
| Taglio | τ | 20 | 15 | 15 | 12 |
| Taglio longitudinale nel piano d'incollaggio | τ | 12 | | – Con colle alla resorcina-formolo – Con colle all'urea-formolo o fenolo-formolo | |
| | τ | 10 | | | |
| Razione ortogonale al piano d'incollaggio | σt | 6 | | – Con colle alla resorcina-formolo – Con colle all'urea-formolo o fenolo-formolo | |
| | σt | 5 | | | |
| Categoria I classe A: tutte le lamelle con tavole di I scelta; categoria I classe B: 15% di lamelle, per parte (con un minimo di due lamelle per bordo esterno) di I scelta e nucleo centrale di lamelle di II scelta. Categoria II tutte le lamelle con tavole di II scelta | | | | | |

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

- di delaminazione;
- di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio;
- di controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

La determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura e di altre proprietà fisiche e meccaniche saranno effettuate secondo le prescrizioni di cui alle norme UNI EN 408.

Art. IV.8.3 – Prescrizioni per il legno per le opere a progetto

L'essenza del legno per le ricostruzioni e i ripristini di solai e coperture e degli architravi dovrà essere castagno e dovrà essere stagionato naturalmente da almeno 2 anni; tutto il legno per le ricostruzioni e integrazioni dovrà essere compatto e privo di nodi tali da influire sulla tenuta strutturale e sull'impatto estetico.

I legnami destinati alla costruzione dei solai e delle coperture dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radiale che circolare. Essi dovranno essere perfettamente stagionati, a meno che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alburno ed esenti da nodi, cipollature, buchi, od altri difetti.

In particolare:

- Legno per l'assito: le tavole per l'assito dei solai dovranno essere di spessore costante 4cm, salvo diversa disposizione del DL, di lunghezza 2 metri e di larghezza minima 25cm. Dovranno essere stagionate

(anche in essiccatoio) e prive in modo assoluto di corteccia; dovranno essere anche prive di grossi nodi e buchi nelle facce a vista e in generale dovranno essere compatte e prive di fratture. I trattamenti richiesti in computo metrico (si vedano gli allegati F1) dovranno essere eseguiti per impregnazione in autoclave. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. Dovranno essere perfettamente stagionati, ben piallati, privi di nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte.

- Legno per travi architravi, monconi e arcarecci: l'essenza dovrà essere di castagno e gli elementi lignei provenienti da tronchi invecchiati naturalmente almeno 2 anni. Le travi non dovranno presentare piani di frattura per non compromettere la capacità strutturale una volta in opera; non dovranno essere presenti nodi cavi ("cipolle") o altri difetti che possano compromettere la tenuta statica o il risultato estetico finale. Le travi non saranno tagliate grossolanamente ma avranno i quattro lati perfettamente piallati e avranno gli angoli smussati a 45°. Le travi dovranno ricevere i trattamenti richiesti in computo metrico (si vedano gli allegati F1) direttamente in segheria, in modo che in cantiere si proceda alla stuccatura finale ove necessaria per danni avvenuti nel trasporto e trattamento finale con impregnante (anche a più mani).

Art. IV.9 - Pietre naturali e ricostruite

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato: le denominazioni commerciali dovranno essere riferite a campioni, atlanti ecc.; i prodotti di seguito elencati dovranno, qualora non diversamente specificato, rispondere al RD del 16 novembre 1939, nn. 2229-2232, e 3334 alle norme UNI alle norme tecniche del CNR nonché alle raccomandazioni NorMaL vigenti.

CALCARE

Roccia sedimentaria o metamorfica costituita prevalentemente, da calcite, ovvero da carbonato di calcio, generalmente con associazione d'impurezze ed altre sostanze che ne modificano le caratteristiche tecniche. La loro formazione potrà essere di due tipi: sedimentaria di deposito chimico (travertini, alabastri calcarei, tufi calcarei o calcareniti ecc.) o alterazione chimica e deposito meccanico, cioè da deposito di prodotti di disgregazione di altre rocce ricimentatesi (conglomerati come brecce a scheletro di pezzatura spigolosa e puddinghe sempre con pezzatura grossa ma a carattere arrotondato); di tipo metamorfica con processo di ricristallizzazione (marmi). I calcari, possiedono, di norma, durezza media (3 Mohs), peso specifico da 1,7 a 2,8 ton/m³; resistenza alla compressione da buona ad ottima, non sono gelivi. I calcari teneri non risultano suscettibili di lucidatura, hanno grana fine ed omogenea; potranno essere utilizzati sia per apparecchi portanti sia per elementi decorativi. I calcari compatti sono, normalmente, lucidabili, avranno struttura microcristallina e proprietà superiore a quelle di marmi.

PIETRA (TERMINE COMMERCIALE)

Roccia compatta e resistente, di natura ed origine varia da impiegarsi sia nelle costruzioni sia nelle decorazioni, di norma non lucidabile. Sotto questa categoria potranno essere classificate rocce di composizione mineralogica svariatissima non inseribili in alcuna classificazione, comunque riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte, come varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi ecc.);
- rocce dure e/o compatte come le pietre a spacco naturali (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie ecc.) e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi ecc.).

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte. Dovranno essere, in assoluto, scartate le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le caratteristiche fisico-meccaniche delle pietre naturali da impiegare nella costruzione (in relazione sia alla natura della roccia prescelta sia dell'impiego) dovranno corrispondere alle norme di cui ai Regi Decreti 16 novembre 1939, n. 2229 e n. 2232, nonché alle norme UNI vigenti.

PIETRA DA TAGLIO

Oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere scevre da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione, e di perfetta lavorabilità e/o lucidabilità. Le forme, le dimensioni ed i sistemi di lavorazione dei pezzi, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, verranno man mano indicati dalla D.L. Le lavorazioni da adottare per le pietre da taglio se non diversamente specificato saranno le seguenti:

- a semplice sbozzatura;
- a punta grossa; a punta mezzana; a punta fine;
- a martellina grossa; a martellina fina;
- a bocciarda grossa; a bocciarda media; a bocciarda fine;
- a gradina media; a gradina fine;
- a scalpellino medio; a scalpellino fine.

Le facce delle pietre da taglio, anche se unicamente sbozzate, dovranno venir lavorate sotto regolo, così da non perdere mai sinuosità maggiori di 1 *cm*; le pietre lavorate a punta grossa non dovranno presentare sinuosità maggiori di 5 mm. Nei conci lavorati a punta mezzana ed a punta fina, i letti di posa dovranno essere ridotti a perfetto piano e le facce dovranno presentare spigoli ben vivi e ben rifilati così che le giunture celate non superino la larghezza di 8 mm e quelle in vista di 4 mm. Allorché sia comandata la lavorazione a martellina, le superfici lavorate dovranno essere a "pelle" piana e liscia, senza sinuosità e sporgenze alcuna e le attaccature non dovranno essere superiore ai 2 mm.

Per le opere a "faccia a vista" dovrà essere vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce. Per questo specifico utilizzo dovranno essere utilizzate pietre caratterizzate da una buona resistenza a compressione ed a flessione, capacità di resistenza agli agenti atmosferici ed alle sostanze inquinanti, nonché presentare una buona tenacità (resistenza agli urti).

TUFO

Roccia sedimentaria piroclastica e coerente formata da lapilli. Dovrà essere di struttura litoide, compatta ed uniforme, dovrà essere escluso il tufo pomicioso e quello facilmente friabile. Modesta resistenza a compressione (30-50 kg/cm²), peso specifico di 1,3-1,5.

I prodotti di cui sopra dovranno rispondere a quanto segue:

- 1) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, essere conformi ai campioni di riferimento precedentemente selezionati. Dovranno, altresì, essere della migliore qualità, ed essere esenti di scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli, crepe, discontinuità o altri difetti che li potrebbero rendere fragili, poco omogenei e non adattati alla specifica funzione. Non saranno tollerati: stuccature, tasselli, rotture e scheggiature;
- 2) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- 4) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla D.L. anche in base ai criteri generali dell'art. 1 del presente Capo.

Tabella 9.1 Proprietà fisiche delle pietre naturali

| Rocce | Massa volumica (peso sp. app.) ton/m ³ | Massa volumica appar. (peso in mucchio) ton/ m ³ | Porosità assoluta % del volume | Porosità appar. volume % | Coefficiente d'imbibizione in peso % |
|-------------------------|---|---|--------------------------------------|-----------------------------|--|
| a) intrusive | | | | | |
| Granito, Sienite | 2,60-2,80 | 1,3-1,4 | 0,4-1,5 | 0,4-1,4 | 0,2-0,5 |
| Diorire, Gabbro | 2,80-3,00 | 1,4-1,5 | 0,5-1,6 | 0,5-1,5 | 0,2-0,4 |
| b) effusive | | | | | |
| Porfido quarzifero, | 2,55-2,80 | 1,3-1,4 | 0,4-1,8 | 0,4-1,5 | 0,2-0,7 |
| Porfrite, Andesite | | | | | |
| Basalto, Melafiro | 2,95-3,00 | 1,4-1,5 | 0,2-0,9 | 0,3-0,7 | 0,1-0,3 |
| c) detritiche | | | | | |
| Pomice | 50-1,10 | 0,5-0,9 | 30-70 | 25-60 | 30-70 |
| Tufo vulcanico | 1,80-2,00 | 0,6-1,0 | 20-30 | 12-30 | 6-15 |
| a) clastiche | | | | | |
| Arenaria | 2,60-2,65 | 1,3-1,4 | 0,4-0,2 | 0,4-1,3 | 0,2-0,5 |
| b) organogene | | | | | |
| Calcere tenero, inclusi | 1,70-2,60 | 1,3-1,4 | 0,5-30 | 0,5-25 | 1,0-25 |
| i conglomerati | | | | | |
| Calcere compatto | 2,65-2,85 | 1,3-1,4 | 0,4-2,0 | 0,5-1,8 | 2,0-4,0 |
| c) chimica | | | | | |
| Dolomia | 2,30-2,85 | 1,3-1,4 | 0,4-2,0 | 0,5-1,8 | 2,0-4,0 |
| Travertino | 2,40-2,50 | 1,1-1,2 | 5,0-12 | 4,0-10 | 2,0-5,0 |
| Gneiss | 2,65-3,00 | 1,3-1,5 | 0,4-2,0 | 0,3-1,8 | 0,1-0,6 |
| Scisti (lavagna) | 2,70-2,80 | | 1,6-2,5 | 1,4-1,8 | 0,5-0,6 |
| Marmo | 2,70-2,80 | 1,3-1,4 | 0,5-3,0 | 0,5-2,0 | 0,0-1,0 |
| Quarziti | 2,60-3,65 | 1,3-1,4 | 0,4-2,0 | 0,2-0,6 | 0,2-0,6 |

Tabella 9.2 Proprietà meccaniche delle pietre naturali

| Rocce | Resistenza a rottura per compressione MPa | Resistenza a rottura per flessione MPa | Modulo di elasticità MPa | Tenacità (rest.all'urto) kgcm/cm ² | Resistenza ad usura (rif. granito uguale ad 1) |
|---------------------|---|--|-----------------------------|---|--|
| Granito, Sienite | 157-235 | 10-20 | 49.000-59.000 | 110-120 | 1 |
| Diorire, Gabbro | 167-295 | 10-21 | 78.400-98.000 | 130-180 | 1-1,5 |
| Porfido quarzifero, | 176-295 | 15-20 | 49.000-69.000 | 130-240 | 1-1,5 |
| Porfrite, Andesite | | | | | |
| Basalto, Melafiro | 245-395 | 12-25 | 88.000-118.000 | 160-300 | 1-2 |
| Tufo vulcanico | 5-20 | 0,7 | 9.800-29.500 | --- | --- |
| Arenaria | 120-200 | 4-9 | 30.000-40.000 | 150-260 | |
| Calcere tenero | 20-88 | 5-10 | 29.000-59.000 | 70-110 | 4-9 |
| Calcere compatto | 78-176 | 6-15 | 39.000-69.000 | 70-110 | 4-8 |
| Travertino | 20-60 | 4-10 | 24.500-49.000 | 60-100 | 7-12 |
| Gneiss | 157-275 | --- | 49.000-69.000 | 40-100 | 1-2 |
| Scisti (lavagna) | 30-100 | --- | 19.500-59.000 | 40-80 | 4-8 |
| Marmo | 100-176 | 6-15 | 39.000-69.000 | 70-100 | 4-8 |
| Quarziti | 145-295 | --- | 49.000-69.000 | 110-180 | 1-1,5 |

Art. IV.10 - Materiali per pavimentazione e rivestimenti

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli che potranno essere utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. Per la realizzazione di integrazioni parziali o totali del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo specifico inerente l'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti verranno di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Tutti i prodotti dovranno essere contenuti in appositi imballi ed accompagnati da schede informative. I manufatti, prima della posa, andranno attentamente controllati avendo l'accortezza di mischiare i materiali contenuti in più imballi o appartenenti a lotti diversi.

Art. IV.11 Prodotti di metallo

Dovranno rispondere alle prescrizioni date nella norma UNI 4630 per le lamiere bugnate e nella norma UNI 3151 per le lamiere stirate. Le lamiere dovranno, inoltre, essere esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

Art. IV.11.1 - Lastre di copertura multistrato

Le coperture messe in opera in aree ove non insisteva una precedente copertura o ove non è possibile, ad oggi, la ricostruzione anche parziale della copertura o del solaio in modo simile all'antico, sono realizzate con supporto in tubo giunto e manto di copertura in lastre in acciaio a protezione multistrato marchiate CE secondo UNI EN 14782. Le lastre a profilo grecate saranno costituite da una lamiera in acciaio zincato (EN 10147) dello spessore di mm 0,60 – 0,80 protetta nella faccia superiore da un rivestimento a base bituminosa dello spessore di circa mm 1,5 con funzione anticorrosiva e insonorizzante e da una lamina di rame elettrolitico e nella faccia inferiore da un primer bituminoso e da una lamina di alluminio naturale. La protezione con funzione anticorrosiva e insonorizzante di spessore 1,5mm dovrà essere posizionata sull'estradosso della lamiera.

Requisiti prestazionali richiesti per le lastre:

- Potere fono isolante: 28dB (UNI EN ISO 140-3)
- Reazione al fuoco: Classe B-s1 , d0 (EN 13823; EN ISO 11925-2)
- Resistenza corrosione in nebbia salina: 3000 ore (ISO 9227)

Art. IV.12 - Colori e vernici

Generalità

Dovrà essere fatto obbligo all'appaltatore di utilizzare colori e vernici di recente produzione, che non presentino fenomeni di sedimentazione o di addensamento, gelatinizzazioni o di qualsiasi altro difetto. Dovranno essere forniti in cantiere in recipienti sigillati recanti l'indicazione della ditta produttrice, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e di conservazione del prodotto nonché la data di scadenza.

L'appaltatore dovrà aprire i contenitori solo al momento dell'utilizzo ed in presenza della D.L. che avrà l'obbligo di controllarne il contenuto. La stessa D.L. potrà procedere anche a lavori iniziati a ulteriori controlli (anche parziali) su campioni della fornitura. I prodotti, se non diversamente richiesto da indicazioni di progetto e/o prescrizioni della D.L., dovranno essere pronti all'uso (ad eccezione delle eventuali diluizioni previste dalle ditte produttrici seguendo i rapporti indicati o le specifiche prescrizioni della D.L.); dovranno assolvere le funzioni di protezione e/o decorazione, conferire alle superfici l'aspetto previsto dal progetto e mantenere tali proprietà nel tempo.

Per quanto riguarda i prodotti per la tinteggiatura di strutture murarie saranno da utilizzarsi esclusivamente, se non diversamente specificato, prodotti non pellicolanti secondo le definizioni delle norme UNI 8752-8758 recepite anche dalla raccomandazione NorMaL 04/85. I prodotti da utilizzarsi dovranno, in ogni caso, avere ottima penetrabilità, compatibilità con il supporto, garantendogli buona traspirabilità; tali caratteristiche dovranno risultare indiscutibilmente prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi.

Secondo la norma UNI/EDL 8752 si intendono con i termini:

– *pittura*: rivestimento riportato filmogeno avente potere coprente dotato di proprietà protettive e decorative ed eventualmente di proprietà tecniche particolari;

- *tinta* rivestimento riportato non filmogeno avente potere coprente dotato di proprietà decorative e non necessariamente di proprietà protettive o proprietà tecniche particolari;
- *vernice*: rivestimento riportato filmogeno trasparente, incolore o colorato.

Tutti i prodotti dovranno essere conformi alle norme UNI e UNICHIM vigenti.

In ogni caso i prodotti da utilizzarsi dovranno avere ottima penetrabilità e compatibilità con il supporto, così da garantire una buona traspirabilità. Tali caratteristiche dovranno risultare prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi.

Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura e/o verniciatura di fabbriche, ovvero manufatti di dichiarato interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, o su manufatti soggetti ad interventi di conservazione e restauro, sarà obbligo procedere dietro specifica autorizzazione della D.L. e degli organi competenti. In questi casi dovrà essere assolutamente vietato utilizzare prodotti a base di resine sintetiche senza una specifica autorizzazione della D.L., ovvero degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Per i prodotti di comune impiego dovranno essere osservate, salvo diverse precisazioni, le seguenti prescrizioni:

- olio di lino cotto*: l'olio di lino cotto dovrà essere ben depurato, presentare un colore bruno rossastro perfettamente limpido, un odore forte ed amarissimo al gusto, essere scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. L'acidità massima ammessa dovrà essere in misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93;
- acquaragia* (senza essenza di trementina): solvente apolare usato come diluente di altri solventi o di vernici, o come solvente per resine sintetiche. Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e molto volatile. La sua densità a 15 °C dovrà essere di 0,87. È consigliabile il suo uso in ambiente aerato;
- bianco di zinco*: il bianco di zinco dovrà presentarsi come polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco, non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più del 1% di altre impurità; l'umidità non dovrà superare il 3%. Dovrà essere utilizzato principalmente nella preparazione di prodotti vernicianti per interni;
- bianco di titanio*: biossido di titanio dovrà presentare un ottimo potere coprente e opacizzante, normalmente presente nella quasi totalità dei prodotti vernicianti in tinta bianca;
- latte di calce*: il latte di calce dovrà essere ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa ottenuta stemperando accuratamente grassello di calce fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra.

Vi si potrà aggiungere la quantità di nero fumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra. Per tinteggi, scialbatura o velature su murature di particolare valore storico- artistico dovrà essere vietato ricavare il latte di calce stemperando calce idrata in polvere.

Art. IV.12.1 Pigmenti

Potranno essere definiti pigmenti i materiali (di granulometria molto fine dell'ordine di millesimi di millimetro) che, già colorati di per sé, risulteranno in grado di colorarne altri, se applicati sopra, inglobati o meno in apposite matrici. La natura chimica determinerà le caratteristiche proprie del pigmento; il potere colorante dovrà essere in relazione alla capacità maggiore o minore di un pigmento di conferire colore, mentre il potere coprente dovrà essere in relazione alla capacità di un pigmento di celare il supporto sottostante e dipenderà dalle caratteristiche stesse del pigmento. I pigmenti potranno essere di struttura chimica organica od inorganica (cioè minerale) e di origine naturale o artificiale. Per le superfici architettoniche risulteranno particolarmente adatti i pigmenti inorganici in quanto stabili al contatto con la calce presente nella tinta o nel supporto. I Pigmenti di origine inorganica dovranno essere costituiti in prevalenza da composti dei metalli (ferro, manganese, rame, piombo, cromo ecc.); risulteranno più resistenti agli agenti atmosferici, più coprenti e più economici di quelli organici ma dotati di un minore potere colorante.

- a) *Ossidi di ferro*: pigmenti puri ottenuti, attualmente, per via sintetica, stabili alla luce, agli agenti atmosferici, agli acidi, agli alcali alla calce e al cemento. I più comuni sono: ossido di ferro giallo, ossido di ferro rosso, ossido di ferro nero e ossido di ferro bruno. Tali ossidi risulteranno particolarmente indicati per la preparazione di tinte per calce e cemento, per la colorazione in pasta di cementi, calcestruzzi, malte per intonaci e stucchi, per la colorazione di granulati per tegole, asfalti e bitumi. Al fine di ottenere una buona dispersione, salvo diverse specifiche di progetto, l'ossido e gli altri materiali dovranno essere miscelati a secco, aggiungendo solo in seguito la quantità di acqua richiesta. Le percentuali d'uso potranno variare secondo l'intensità di tinta che si vorrà ottenere e al potere coprente del materiale in cui verranno miscelati, in ogni caso, salvo diverse specifiche, la percentuale non dovrà mai essere superiore al 10% in peso sulla massa.
- b) *Terre naturali*: pigmenti che si rintracciano in natura con qualità specifiche di terrosità e finezza tali da essere impiegati come sostanze coloranti. Le terre coloranti dovranno contenere ossidi minerali di origine naturale, in mescolanze e percentuali variabili a seconda dei tipi (mediamente 20-40%, non saranno, in ogni caso, utilizzabili i depositi minerali che contengano ossidi in percentuale inferiore al 10%); le terre dovranno comporsi di un composto del ferro, un ossido, un idrossido, un silicato idrato. Le uniche terre che non sono a base di ferro sono le terre nere. La lavorazione delle terre coloranti, dopo che sono state estratte e asciugate si diversificherà a seconda della specifica tipologia; alcune verranno sbriciolate grossolanamente, separate dall'impurità e poi nuovamente macinate più o meno finemente (terre naturali) altre invece, cotte a temperature intorno ai 200-400 °C (terre bruciate): in questo modo si produrranno profonde alterazioni mineralogiche che daranno vita a differenti tonalità di colore. Le terre più comuni sono: terre gialle: idrossidi di ferro associati ad argille, il contenuto di minerali di ferro potrà variare tra il 15-20% e il 60-70%. Terre rosse il cui colore è imputabile alla presenza d'ossido rosso associato ad argille e silicati amorfi; la terra rossa si può, anche, ottenere dalla calcinazione a basse temperature (200-400 °C) di terre gialle. Il colore delle terre d'ombra è dovuto, invece, alla presenza di ossidi di manganese e di ferro dispersi su base argillosa; per calcinazione si potranno ottenere tonalità più scure.

Caratteristiche chimico-fisiche medie delle terre coloranti: peso specifico assoluto 4-5 gr/ml; massa volumica apparente 400-800 gr/lit; pH 3,5-6; ottima stabilità chimica alla luce, alla calce, all'umidità; insolubili sia in acqua sia in solventi inorganici.

Tabella 12.1 *Pigmenti più utilizzati*

| Colore | Tipo di pigmento |
|---------|---|
| Bianco | Latte di calce, Bianco San Giovanni, Bianco Spagna, Bianco Meudon, Bianco Zinco |
| Nero | Terra Nera Venezia, Nero Vite, Nero Manganese, Nero Roma |
| Bruno | Terra d'Ombra Naturale e Bruciata, Terra Colonia, Ocra Avana, Terra di Cipro |
| Giallo | Terre Gialle e Ocre Gialle, Terra Siena Naturale, Ocra Gialla |
| Rosso | Terra Rossa, Terra Siena Bruciata, Ocra Rossa, Cinabro Naturale, Rosso Ercolano |
| Verde | Terra Verde Nicosia, Verde Brentonico, Ossido di Cromo, Verde Cobalto |
| Azzurro | Azzurro di Cobalto, Blu Oltremare |

Art. IV.12.2 Tinte

Tinte ai silicati

Dovranno costituirsi di un legante a base di silicato di potassio, di un silicato di sodio o da una miscela di entrambi gli elementi e da pigmenti esclusivamente inorganici (per lo più ossidi di ferro) trattati in maniera da essere stabili all'acidità ambientale.

La tinta ai silicati potrà essere stesa, in linea generale, su qualunque tipo di supporto (escluso il gesso in ogni sua forma, intonaco, cartongesso ecc.), purché questo si presenti asciutto e accuratamente spolverato e a patto che si dispongano, a seconda della natura e dello stato di conservazione dello stesso, differenti ed idonei trattamenti preliminari.

Per ovviare ai problemi di applicazione legati ai sistemi di coloritura ai silicati non stabilizzati sarà consigliabile l'utilizzo di tinte costituite da silicato di potassio in soluzione stabilizzato ed idrofobizzato.

Queste tinte si differenzieranno da quelle tradizionali in quanto conterranno, oltre all'agente silicato di potassio legante, una dispersione sintetica resistente agli alcali, cariche, additivi reologici e antibiodeteriogeni; la quantità totale di sostanze organiche potrà raggiungere al massimo il 5% del peso, con riferimento al peso totale del prodotto finito. La dispersione sintetica contenuta in queste tinte organosilatiche non darà vita a pellicola e perciò non sarà considerata agente legante. La dispersione sintetica avrà soltanto una funzione reologica e protettiva subito dopo l'applicazione della tinta fino a che la "silicificazione" non progredisce in modo sufficiente. Sovente in questa seconda tipologia di tinta ai silicati non si fa uso di pigmenti bianchi (con elevato potere coprente) di conseguenza risultando semitrasparenti potranno rilevarsi valide alternative alla tinta alla calce specialmente in ambienti esterni particolarmente aggressivi sia dal punto di vista climatico che atmosferico.

Nel caso in cui non si aggiungano i pigmenti queste miscele acquose (massima diluizione 50%) di silicati di potassio in soluzione stabilizzati ed idrofobizzati potranno rilevarsi buoni prodotti impregnanti con funzioni di consolidamento e protezione specialmente per intonaci e laterizi. Di norma il tempo di essiccamento superficiale o al tatto (a +20 °C e 65% di UR) sarà di circa 2 ore, mentre ne occorreranno 24 per l'essiccamento in profondità.

Il legame chimico che si istituirà tra tinta ed intonaco sottostante è stabile, la tintura non risulterà soggetta a degradi di sfogliamento anzi, agirà da consolidamento del supporto. Le caratteristiche che dovranno possedere tali tinte saranno:

- ottima adesione al supporto;
- buona permeabilità al vapore;
- resistenza all'acqua;
- resistenza ai raggi ultravioletti;
- resistenza alle muffe;
- invecchieranno per progressiva erosione e dilavamento superficiale.

Le suddette tinte dovranno essere applicate a temperatura minima +8 °C massima +35 °C; umidità relativa dell'ambiente massima 85% e temperatura del supporto minima +5 °C massima +40 °C.

Art. IV.11.3 Pitture

Le pitture dovranno di norma, costituirsi da un pigmento, un veicolo o legante, un diluente e un seccante. In taluni casi, al composto, potrà essere aggiunto un antifermentativo o degli antimuffa. Il pigmento dovrà essere, generalmente, di origine inorganica o artificiale. Il potere coprente richiesto alle pitture sarà determinato dal pigmento e dalle cariche.

Pitture cementizie

Si comporranno di sospensioni acquose di cementi bianchi, resine acriliche in emulsione, cariche micronizzate, pigmenti inorganici ed additivi chimici (antialga e antimuffa) in polvere. Dovranno essere preparate in piccoli quantitativi a causa del velocissimo tempo di presa. L'applicazione dovrà concludersi entro 30 minuti dalla preparazione, prima che avvenga la fase di indurimento.

Terminata tale fase sarà fatto divieto diluirle in acqua per eventuali riutilizzi. Il film essiccato di queste pitture, presenterà una bassa porosità che lo renderà particolarmente indicato per il trattamento e la protezione di strutture in cemento armato, dall'azione aggressiva dell'anidride carbonica. Inoltre il suo basso assorbimento d'acqua permette di preservare i supporti dall'azione di usura dovuta all'azione di "gelo-disgelo". Il tipo di finitura satinata permetterà di uniformare l'aspetto cromatico di getti non omogenei di calcestruzzo senza coprirne il disegno. Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura di fabbriche come manufatti di dichiarato interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, ovvero su manufatti sottoposti ad interventi di conservazione e restauro, l'utilizzo di pitture cementizie dovrà essere vietato.

Pitture emulsionate

Emulsioni o dispersioni acquose che si costituiranno di pigmenti organici o inorganici, di cariche (carbonati di calcio, silicati di alluminio, polveri di quarzo ecc.) e da additivi sospesi in una resina sintetica (acrilica o acetoviniliche-versatiche).

Poste in commercio come paste dense, da diluirsi in acqua al momento dell'impiego, dovranno essere in grado di realizzare sia forti spessori sia film sottilissimi. Potranno essere utilizzate su superfici interne ed esterne, in questo ultimo caso dovranno possedere una spiccata resistenza all'attacco fisico-chimico operato dagli agenti inquinanti.

Queste pitture dovranno risultare impermeabili ed il loro degrado avverrà per filmazione od spogliamento-spellatura. Dovranno essere applicate con maestria e possedere colorazione uniforme. Potranno essere applicate anche su calcestruzzi, legno, cartone ed altri materiali. Non dovranno mai essere applicate su strati preesistenti di tinteggiatura, pittura o vernice non perfettamente aderenti al supporto.

Idropittura (pittura all'acqua, pitture lavabili) a base di copolimeri acrilici

Pitture in cui il legante dovrà essere costituito da una dispersione acquosa di resine sintetiche (soprattutto copolimeri acrilici) con pigmenti che potranno essere organici ad alto potere coprente o inorganici (ad es., farina di quarzo, caolino, biossido di titanio ecc.) comunque molto coprenti con l'aggiunta di additivi reologici ed antimuffa. Questo consentirà di dare luogo a coloriture "piatte" con un effetto "cartonato". Le cariche dovranno essere costituite da materiali inerti, stabili rispetto all'acidità degli ambienti inquinanti. Le caratteristiche principali di questa pittura saranno: aspetto opaco-serico, ottima adesione al supporto, insaponificabile, ottimo potere riempitivo, resistenza agli alcali ed agli agenti aggressivi dell'inquinamento, resistenza all'attacco di funghi, muffe e batteri, superlavabile (resiste ad oltre 500 cicli di spazzola), eccellente stabilità di tonalità delle tinte e non ingiallente, resistenza ai raggi ultravioletti. Questo tipo di pittura risulterà idonea su intonaco civile di malta bastarda, cementizia o equivalente, intonaco a gesso, nuovo o già rivestito con altre pitturazioni (previa preparazione con pulizia ed applicazione di idoneo fissativo uniformante e/o consolidante), elementi prefabbricati in conglomerati cementizi a superficie compatta, uniforme e piana, legno truciolare. Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura di manufatti di chiaro interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, se non diversamente specificato dalla D.L., dovrà essere vietato l'utilizzo di idropitture acriliche.

Boiaccia passivante

Boiaccia passivante anticarbonatante, pennellabile per la protezione dell'armatura di strutture in cemento armato normalmente caratterizzata da colori vivaci (arancio, azzurro, verde ecc.). Il prodotto potrà essere monocomponente, esente da nitrati, da miscelare con sola acqua (quantità variabile tra 0,3 e 0,5 l/kg), o bicomponente (A = miscela di cemento o leganti idraulici ad elevata resistenza, polveri silicee con idonea curva granulometrica, inibitori di corrosione, B = polimeri in dispersione acquosa; rapporto tra A e B variabile da 2:1 a 3:1); in ogni caso le caratteristiche minime della boiaccia dovranno essere: adesione all'armatura ed al cls > 9,0 Mpa (28gg), adesione alla muratura > 2,5 Mpa (1gg), resistenza alla nebbia salina dopo 120 h nessuna corrosione, pH > 12, tempo di lavorabilità a 20 °C e 50% U.R. 30 min, temperatura limite di applicazione tra +5 °C e +35 °C, classe 0 di reazione al fuoco.

Lo strato massimo di protezione di tale pittura dovrà essere di 2 mm per singola applicazione.

Art. IV.11.4 Vernici

Per vernice dovranno intendersi tutti gli impregnanti, i consolidanti e gli idrorepellenti; in genere utilizzati su legno, pietre naturali, cemento armato a vista, intonaci e su altri supporti murari quando si vorrà aumentarne la consistenza l'impermeabilità o l'idrorepellenza. I prodotti vernicianti dovranno essere classificati in rivestimenti incorporati (impregnanti superficiali: idrorepellenti, consolidanti, mordenti e primer per supporti in legno, conglomerati legati con calce e/o cemento come intonaci cementi decorativi e calcestruzzi) e rivestimenti riportati (smalti, flatting, "pitture").

Vernici naturali e sintetiche

Le vernici dovranno creare una pellicola trasparente, lucida od opaca. Di norma si otterranno per sospensioni di pigmenti e delle cariche (talco, quarzo, caolino ecc.) in soluzioni organiche di resine naturali (coppale, colofonia, trementina benzoino, mastice ecc.) o sintetiche, (acriliche, alchidiche, oleoalchidiche, cloroviniliche, epossidiche, poliuretani, poliesteri, fenoliche, siliconiche ecc.).

La percentuale di veicolo (legante + solvente) dovrà di norma essere pari al 50%, nel caso di verniciature per esterno, la composizione dovrà essere: 40% di pigmento e 60% di veicolo caratterizzato da resistenze particolari agli agenti atmosferici ed agli agenti alcalini.

Le vernici per gli interni dovranno essere a base di essenza di trementina e gomme pure di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante.

Dovrà essere fatto divieto l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Di norma le vernici essicheranno con rapidità formando pellicole molto dure.

Dovranno essere resistenti agli agenti atmosferici, alla luce ed agli urti; essere utilizzate dietro precise indicazioni della D.L. che dovrà verificarne lo stato di conservazione una volta aperti i recipienti originali.

Smalti

Prodotti di natura vetrosa composti da silicati alcalini: alluminio, piombo, quarzo, ossido di zinco, minio ecc.; si utilizzeranno per eliminare la porosità superficiale della ceramica e/o per decorarla. All'interno di questa categoria rientreranno anche gli smalti sintetici: miscele di resine termoindurenti sciolte in acqua insieme ai pigmenti; queste sostanze dovranno possedere forte potere coprente, avere le caratteristiche di essiccare in poche ore (intorno alle 6 ore), facilità di applicazione, luminosità e resistere agli urti per diversi anni anche all'esterno.

Vernice antiruggine e anticorrosive

Dovranno essere rapportate al tipo di materiale da proteggere ed alle condizioni ambientali. Il tipo di vernice da impiegare su ferro e sue leghe dovrà essere indicato dalla D.L., se non diversamente specificato si intenderà a base di resine gliceroftaliche a caucciù clorurato, plastificanti in saponificabili e pigmenti inibitori della corrosione, fosfato basico di zinco ed ossido di ferro rosso.

La vernice dovrà risultare sovra-verniciabile (entro sei-otto giorni dall'applicazione) con pitture a smalto oleo-sintetiche, sintetiche e al cloro-caucciù. L'applicazione di tale vernice potrà avvenire sia a pennello (consigliata) sia a rullo, in entrambi i casi lo spessore minimo di pellicola secca per strato dovrà essere di 25 mm, ottenibile da pellicola umida di 70-80 mm mentre lo spessore massimo sarà di 40 mm, ottenibile da pellicola umida di 110-120 mm.

Art. IV.12 - Additivi

Gli additivi per malte e calcestruzzi dovranno essere sostanze chimiche che, aggiunte in dosi calibrate, risulteranno capaci di modificarne le proprietà (lavorabilità, impermeabilità, resistenza, durabilità, adesione ecc.). Dovranno essere forniti in recipienti sigillati con indicati il nome del produttore, la data di produzione, le modalità di impiego. Gli additivi dovranno, inoltre, possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (UNI 7101, UNI EN 480/2-10) e dal DM 26 marzo 1980. Gli additivi per iniezione sono classificati dalla norma UNI EN 934-4/2001.

Gli additivi sono classificati in funzione alle loro proprietà:

- a) *fluidificanti*: (norma UNI 7102, 7102 FA 94-80) migliorano la lavorabilità dell'impasto, tensioattivi in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle della miscela, diminuendo, in questo modo, l'attrito nella fase di miscelazione e di conseguenza la quantità d'acqua (riduzione rapporto. acqua-cemento del 5%) vengono denominati anche riduttori d'acqua. I fluidificanti potranno essere miscelati tra loro in svariati modi (ad es. fluidificanti-aeranti UNI 7106, 7106 FA 96-80, fluidificanti-ritardanti UNI 7107, 7107 FA 97-80, fluidificanti-acceleranti UNI 7108, 7108 FA 98-80);
- b) *superfluidificanti*: (norma UNI 8145, 8145 FA 124-83) permettono un'ulteriore diminuzione dell'acqua nell'impasto rispetto ai fluidificanti normali, rapporto di riduzione acqua-cemento fino al 20-40%. Sono, in genere, costituiti da miscele di polimeri di sintesi mischiati con altre sostanze come la formaldeide.
- c) *porogeni-aeranti*: (norma UNI 7103, 7106 FA 96-80) in grado di creare micro e macro bolle d'aria ad elevata stabilità all'interno della massa legante 0,30-0,60 kg per 100 kg di legante saranno sufficienti per ottenere un'introduzione di aria del 4-6% (limite massimo di volume di vuoto per calcestruzzi al fine di mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili); per rinzaffi ed arricci di intonaci macroporosi deumidificanti la percentuale d'aria dovrà salire fino al 30-40%. Questo tipo di additivo risulterà in grado di facilitare, prima della presa, la lavorabilità nonché evitare la tendenza alla essudazione ovvero il processo di sedimentazione della malta fresca nel periodo precedente all'indurimento. Il limite di questo additivo risiede nel progressivo riempimento delle microbolle con materiali di idratazione;
- d) *acceleranti*: (norma UNI 7105) agiscono sull'idratazione aumentandone la velocità, si distinguono in acceleranti di presa ed acceleranti di indurimento. I più comuni sono costituiti da silicato o carbonato di sodio e/o di potassio, cloruro di calcio (additivo antigelo uni 7109);
- e) *ritardanti*: (norma UNI 7104, 7104 FA 95-80) loro scopo è ritardare l'idratazione quindi la presa al fine di consentire un tempo più lungo di lavorabilità, potranno essere di origine organica e inorganica;

- f) *plastificanti*: sostanze solide allo stato di polvere sottile di pari finezza di quella del legante, miglioreranno la viscosità, la stabilità e l'omogeneità dell'impasto aumentando la coesione tra i vari componenti e diminuendo lo spurgo dell'acqua;
- g) *espansivi*: (norma UNI 8146-8149) gli agenti espansivi comprendono un ampio ventaglio di prodotti preconfezionati (prevalentemente di natura organica) che, pur non essendo propriamente additivi potranno, in qualche misura rientrare ugualmente nella categoria. La caratteristica principale è quella di essere esenti da ritiro.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire controlli (anche parziali) su campioni di fornitura od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 1 del presente Capo.

Art. IV.13 - Materiali diversi (sigillanti, adesivi, geo-tessuti, tessuti-non-tessuti)

I prodotti del presente articolo, dovranno essere considerati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

Sigillanti

La categoria dei sigillanti comprenderà i prodotti impiegati per colmare, in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale verranno applicati;
- diagramma forza-deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intese come decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche tali da non pregiudicarne la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato allorché il prodotto risponderà agli elaborati di progetto od alle norme UNI 9611, UNI EN ISO 9047, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591, UNI EN ISO 11431, UNI EN ISO 11432, UNI EN 28339, UNI EN 28340, UNI EN 28394, UNI EN 29046, UNI EN 29048 e/o in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si farà rimando ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Adesivi

La categoria degli adesivi comprenderà i prodotti utilizzati per ancorare un elemento ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche ecc. dovute alle condizioni ambientali ed alla destinazione d'uso. Saranno inclusi in questa categoria gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso ecc.); non saranno, invece, inclusi fuori gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, gli adesivi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale si applicheranno;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intesa come decadimento delle caratteristiche meccaniche tale da non pregiudicare la loro funzionalità;

- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato quando il prodotto risponderà alle seguenti norme UNI:

- UNI EN 1372, UNI EN 1373, UNI EN 1841, UNI EN 1902, UNI EN 1903, in caso di adesivi per rivestimenti di pavimentazioni e di pareti;
- UNI EN 1323, UNI EN 1324, UNI EN 1346, UNI EN 1347, UNI EN 1348, in caso di adesivi per piastrelle;
- UNI EN 1799 in caso di adesivi per strutture di calcestruzzo.

In alternativa, ovvero in aggiunta il soddisfacimento delle prescrizioni predette, si intenderà attestato allorché il prodotto risulterà in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Geo-tessuti

La categoria dei geo-tessuti comprenderà i prodotti, ottenuti dalla combinazione di fibre di poliestere e caratterizzati da una forte resistenza alla trazione, di norma utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione (interfaccia tra strati archeologici e strati di materiale di riporto), contenimento, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, rinterri di scavi ecc.) ed in coperture ovvero per foderature. Si distingueranno in:

- tessuti (UNI sperimentale 8986): stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- non tessuti (UNI 8279): feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si avranno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Salvo diverse specifiche presenti negli elaborati di progetto, ovvero negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intenderanno forniti se risponderanno alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: $\pm 1\%$;
- spessore: $\pm 3\%$;
- resistenza a trazione (non tessuti: UNI 8279-4);
- resistenza a lacerazione (non tessuti: UNI 8279-9; tessuti 7275);
- resistenza a perforazione con la sfera (non tessuti: UNI 8279-11; tessuti: UNI 5421);
- assorbimento dei liquidi (non tessuti: UNI 8279-5);
- ascensione capillare (non tessuti: UNI 8279-7);
- variazione dimensionale a caldo (non tessuti: UNI 8279-12);
- permeabilità all'aria (non tessuti: UNI 8279-3);

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà confermato allorché il prodotto risponderà alle norme UNI sopra indicate ovvero sarà in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Dovrà, inoltre, essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Tessuti-non-tessuti

Prodotti composti da sottili filamenti di Polipropilene stabilizzato ai raggi U.V., saldati tra loro per termopressione.

Si presenteranno come teli non tessuti, ma formati da una massa disordinata molto morbida e resistente, traspirante e alcuni potranno essere dotati di una buona permeabilità all'acqua. Nelle grammature medio basse (15-30 g/m²) potranno essere utilizzati per protezione a contatto di reperti mobili.

Art. IV.14 Biocidi

Prodotti da utilizzarsi per l'eliminazione di muschi e licheni. I suddetti prodotti dovranno, necessariamente, essere utilizzati con molta attenzione e cautela, dietro specifica indicazione della D.L. e solo dopo aver eseguito accurate indagini sulla natura del terreno e sul tipo di azione da svolgere oltre naturalmente all'adozione di tutte le misure di sicurezza e protezione degli operatori preposti all'applicazione del prodotto. Questi prodotti potranno presentare, a seconda dei casi e delle indicazioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- azione selettiva e limitata alla specie da eliminare;
- tossicità limitata verso l'ambiente così da non alterare per tempi prolungati l'equilibrio del terreno interessato dall'azione disinfettante;
- atossicità nei riguardi dell'uomo;
- totale assenza di prodotti o componenti in grado di danneggiare l'organismo murario ovvero le porzioni intonacate;
- limitata durata dell'attività chimica;
- totale assenza di fenomeni inquinanti nei confronti delle acque superficiali e profonde.

Per indicazioni inerenti la scelta dei metodi di controllo del biodeterioramento si rimanda a quanto enunciato nel documento NorMaL 30/89, mentre per ulteriori informazioni sulla caratterizzazione, sull'efficacia e sul trattamento dei biocidi si rimanda a quanto enunciato nei documenti NorMaL 35/91, 38/93, 37/92.

Algicidi, battericidi, fungicidi

COMPOSTI INORGANICI

- 1) *Perossido di idrogeno* (acqua ossigenata) utilizzato a 120 volumi risulterà adatto per sopprimere alghe e licheni su apparecchi murari. Presenta forti capacità ossidanti; potrà essere causa di sbiancamenti del substrato, ed agirà esclusivamente per contatto diretto. La sua azione non durerà nel tempo.
- 2) *Ipoclorito di sodio* (varechina) utilizzato in soluzione acquosa al 2%-7% per asportare alghe e licheni. La varechina potrà essere causa di sbiancamenti del materiale lapideo; inoltre, se non verrà interamente estratta dal materiale lapideo ne potrà determinare l'ingiallimento.

COMPOSTI ORGANICI

Formalina soluzione acquosa di aldeide formica, disinfettante utilizzato in soluzione acquosa al 5% per irrorare superfici attaccate da alghe verdi licheni e batteri.

COMPOSTI FENOLICI E DERIVATI

- 1) *Orto-fenil-fenolo (OPP)* ed i suoi sali sodici (OPPNa) sono attivi su un largo spettro di alghe, funghi e batteri; la loro tossicità potrà ritenersi tollerabile. L'orto-fenil-fenolo risulterà preferibile poiché presenterà una minore interazione con il supporto.
- 2) *Di-clorofene* prodotto ad amplissimo spettro, con tossicità molo bassa, non presenterà interazioni con il supporto anche se organico.
- 3) *Penta-clorofenolo (PCP)* ed i suoi sali sodici (PCPNa) utilizzati in soluzioni acquose all'1% presentano un largo spettro. La loro tossicità è al limite della tolleranza; la loro interazione con il supporto potrà determinare l'annerimento del legno ed il mutamento cromatico dei pigmenti basici.

COMPOSTI DELL'AMMONIO QUATERNARIO

Derivati dell'ammonio quaternario (come il Benzetonio cloruro) da utilizzare in soluzione dal 2-4% in acqua demineralizzata per la disinfestazione di alghe, muschi e licheni, anche se per questi ultimi la sua efficacia risulterà, talvolta, discutibile.

La miscelabilità in acqua del prodotto permette un elevato potere di penetrazione e di assimilazione dei principi attivi da parte dei microrganismi eliminandoli e neutralizzando le spore.

Il benzetonio cloruro è di fatto un disinfettante germicida con spettro d'azione che coinvolge batteri, lieviti, microflora ed alghe. La sua azione risulterà energica ma non protratta nel tempo, in quanto non sarà in grado di sopprimere le spore; l'eventuale presenza di nitrati ne ridurrà considerevolmente l'efficienza. Potrà essere utilizzato sia su pietra che su superfici lignee.

Erbicidi

Il controllo dello sviluppo della vegetazione infestante superiore potrà essere assicurato solo utilizzando prodotti che interverranno sulla fotosintesi, tali composti potranno, talvolta, essere indicati anche per la soppressione di certi tipi di alghe. Per la rimozione di vegetazione inferiore e superiore su apparecchi murari, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, dovranno essere preferiti erbicidi non selettivi (ovvero che impediscano qualsiasi sviluppo vegetale) a base nitro-organica.

- 1) *Solfato di ammonio* prodotto da impiegare per il trattamento puntuale delle radici degli alberi così da trattenerne lo sviluppo.
- 2) *Fluometuron* da impiegare contro muschi e licheni in soluzioni acquose al 2%.
- 3) *Simazina* prodotto antigermitivo di preemergenza da utilizzare per impedire la crescita di vegetazione superiore, licheni e muschi presenta una azione preventiva per circa 1-2 anni. Da utilizzare preferibilmente in area archeologica.
- 4) *Picloram* erbicida non selettivo da impiegare per il controllo della vegetazione, dovrà, pertanto, essere impiegato con estrema cautela e solo dietro specifiche indicazioni della D.L. e degli organi di tutela del bene oggetto di trattamento.
- 5) *Gliofosato* diserbante sistematico da utilizzare per sopprimere licheni e piante superiori in soluzioni acquose al 2%. È l'unica molecola in grado di devitalizzare alla radice infestanti come gramigna e rovo. Dovrà essere applicato nel momento di massimo rigoglio vegetativo. Non presenterà, una volta terminato il trattamento, composti residui.

Tabella 14.1 Tabella riassuntiva dei biocidi e dei loro campi di applicazione

| Biocidi | Alghe | Licheni | Funghi | Batteri | Piante |
|-----------------------------------|-------|---------|--------|---------|--------|
| Perossido di idrogeno 120 vol. | +++ | ++ | - | ++ | - |
| Benzetonio cloruro | +++ | ++ | - | ++ | - |
| Di-clorofene | +++ | ++ | + | - | - |
| Penta-clorofenolo | +++ | - | ++ | ++ | - |
| Formalina | +++ | +++ | ++ | +++ | + |
| Fluometuron | +++ | ++ | ++ | - | - |
| Simazina | - | ++ | +++ | - | +++ |
| Gliofosato | - | +++ | - | - | +++ |

I criteri d'accettazione dei biocidi dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. IV.15 - Materiali impregnanti

La procedura di impregnazione dei materiali costituenti le superfici esterne dei fabbricati sarà rivolta a tutelare le strutture architettoniche (ovvero archeologiche) da attacchi da agenti patogeni siano essi di natura fisica (che si otterrà mediante il consolidamento dei supporti al fine di accrescere o fornire quelle capacità meccaniche di resistenza al degrado che non hanno mai posseduto o che, col trascorrere del tempo, si sono indebolite) che chimica (che si effettuerà mediante idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche).

I "prodotti" da utilizzarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzati quali pre-consolidanti, consolidanti e protettivi. All'appaltatore sarà, vietato utilizzare prodotti impregnanti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, nonché fare uso generalizzato delle suddette sostanze. Ogni prodotto potrà essere utilizzato previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

La scelta dei suddetti prodotti dovrà riferirsi alla natura e alla consistenza delle superfici che potranno presentarsi: privi di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace ovvero con pietra a vista tenera e porosa; privi di rivestimento in cotti a vista albas e porosi, mezzanelli (dolci o forti) o ferrioli; esenti di rivestimento in calcestruzzo; rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori di restauro o, infine, rivestite con intonaco e coloriture preesistenti al restauro.

Altri fattori che dovranno influenzare la scelta delle sostanze impregnanti dovranno essere quelli risultati a seguito della campagna diagnostica condotta, necessariamente, dall'appaltatore secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NorMaL e da quanto indicato dalla D.L. Ogni fornitura dovrà, in ogni caso, essere sempre accompagnata da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad eseguire. In specifico, le peculiarità richieste, in relazione al loro utilizzo, saranno le seguenti:

- atossicità;
- elevata capacità di penetrazione;
- resistenza ai raggi U.V.;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- assenza di sottoprodotti di reazione dannosi;
- comprovata inerzia cromatica (comunque da verificarsi in fase applicativa);
- traspirabilità al vapor d'acqua;
- assenza di impatto ambientale;
- sicurezza ecologica;
- soddisfacente compatibilità fisico-chimica con il materiale da impregnare;
- totale reversibilità dalla reazione di indurimento;
- facilità di applicazione;
- solubilizzazione dei leganti.

I prodotti di seguito elencati (forniti nei contenitori originali e sigillati), saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento alle norme UNI vigenti.

Art. IV.15.1 Impregnanti per la protezione e l'impermeabilizzazione

Tali prodotti andranno applicati, solo in caso di effettivo bisogno, su murature e manufatti eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali. Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C. Si potranno applicare a pennello, ad airless, per imbibizione completa e percolamento. Gli applicatori dovranno agire con la massima cautela, dotati di adeguata attrezzatura protettiva, nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione.

I prodotti utilizzabili per i trattamenti di protezione, di norma, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in laboratorio o direttamente in cantiere:

- basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione;
- buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici;

- buona resistenza chimica in ambiente alcalino;
- assenza di effetti collaterali e della formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali);
- perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori;
- -traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%;
- non tossicità.

I protettivi più efficaci per i materiali lapidei (naturali ed artificiali tipo intonaci e cotti) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici e dei composti a base di silicio, la scelta sarà in ragione alle problematiche riscontrate. Sarà sempre opportuno, ad applicazione, avvenuta, provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia.

Composti organici

Resine fluorurate

Per le caratteristiche di questa resina si rimanda all'articolo precedente. I criteri di accettazione saranno, in ogni caso, quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine acril-siliconiche

Per le caratteristiche di questa resina si rimanda all'articolo precedente. I criteri di accettazione saranno, in ogni caso, quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine poliuretaniche

Per le caratteristiche di questa resina si rimanda all'articolo precedente. I criteri di accettazione saranno, in ogni caso, quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Composti a base di silicio

Silani

Più precisamente alchil-alcossi-silani monomeri che date le ridotte dimensioni delle molecole (uguali a quelle dell'acqua), presenteranno ottima penetrabilità e saranno capaci di idrofobizzare i capillari più piccoli e di opporre resistenza alla penetrazione dei cloruri e dei sali solubili. Presenteranno la capacità di trattare superfici umide grazie alla possibilità di solubilizzazione in solventi polari quali alcoli ed acqua; generalmente utilizzati su supporti alcalini e silicei, risultano perciò convenienti su oggetti in cotto, materiali lapidei, tufo, intonaci in malta bastarda, mattoni crudi ecc.; il loro uso sarà sconsigliato su marmi carbonatici e intonaci di calce aerea. Normalmente saranno utilizzati in soluzioni di solvente con concentrazione in secco variabile dal 20% al 40% in peso; in casi particolari si potranno utilizzare anche al 10%.

Il loro impiego sarà, in ogni modo, abbastanza limitato in quanto la notevole volatilità del composto ed un'eventuale pioggia battente a breve distanza di tempo dal trattamento (in pratica prima della polimerizzazione) potranno di-staccare gran parte del prodotto applicato, con il conseguente onere, necessario, di una maggior quantità di prodotto per avere gli effetti richiesti; inoltre, presenteranno l'inconveniente di generare un effetto perlante.

Questi prodotti potranno essere miscelati con silicato d'etile al fine di combinare le caratteristiche di entrambe le sostanze.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Silossani (alchilsilossani oligomeri)

Più precisamente alchil-alcossi-silossani oligomerici ossia polimeri reattivi a basso peso molecolare. Potranno essere utilizzati sia in forma pura, cioè senza solvente, (in questo caso sarà consigliabile l'uso di monomeri piuttosto che quello di oligomeri o polimeri), sia in soluzione di solvente organico (generalmente con contenuto attivo del 5-10% in peso).

Si rileverà efficace l'utilizzo su supporti compatti e scarsamente assorbenti; in funzione della loro particolare struttura chimica saranno in grado di infiltrarsi all'interno dei più fini capillari con un'elevata diffusione. Oltre all'ottima capacità di penetrazione i suddetti prodotti dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- elevata stabilità agli alcali ed ai raggi ultravioletti;
- passaggio invariato del vapore acqueo delle superfici trattate consegnate all'assenza di formazione di pellicola superficiale e nessuna occlusione dei capillari o dei pori dei supporti trattati;
- essiccazione fuori polvere per sola emissione del solvente veicolante;
- assenza di sottoprodotti di reazione, dandosi ai manufatti trattati;
- possibilità di trattamento di superfici leggermente umide;
- assenza di variazioni cromatiche delle superfici trattate.

Il trattamento ai silossani modificherà lo stato di tensione superficiale del sottofondo in modo tale che le gocce di pioggia scorreranno sulla superficie verticale senza imbibirla; inoltre, il trattamento non creerà una pellicola continua sul supporto, lasciando in questo modo al sottofondo la possibilità di traspirare, senza modificare l'equilibrio. L'elevata riduzione d'assorbimento dei sali da parte dei manufatti impregnati con silossani renderà il trattamento particolarmente indicato nei casi di risalita capillare nelle murature. Due, essenzialmente, saranno i fattori determinanti in favore dei silossani rispetto a silani: ovvero la più celere reazione per formare la materia attiva e la non perdita di materiale causata dall'evaporazione.

Questi prodotti potranno essere miscelati con silicato di etile al fine di combinare le caratteristiche di entrambe le sostanze, orientativamente una miscela idrorepellente consolidante potrà essere composta da il 7% di silossani ed il 60% di silicato di etile.

Gli alchilsilossani oligomeri potranno essere utilizzati anche in micro emulsioni acquose i componenti di una microemulsione saranno:

- una fase acquosa che costituiranno il liquido disperdente;
- una fase oleosa composta da silani, silossani e polisilossani;
- un emulsificante formato da polisilossani con gruppi funzionali a base di acetato di ammonio, lo sviluppo di acido acetico da questo composto durante l'essiccazione serve da agente catalitico dei siliconi;
- un co-emulsionante costituito da silani e silossani a basso peso molecolare

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Composti a base naturale

Olio di lino e Cere

L'olio di lino è un prodotto essiccativo costituito per l'85-90% da gliceridi degli acidi grassi non saturi. Gli oli essiccativi si useranno, se non diversamente specificato, dopo essere stati sottoposti a una particolare cottura allo scopo di esaltarne il potere essiccativo. L'olio di lino dopo la cottura (a 150-300 °C) dovrà presentarsi ben depurato, con un colore giallo-bruno rossastro perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. L'acidità massima ammessa dovrà essere in misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93. Troverà utilizzo prevalentemente per l'imregnazione del legno, di pavimenti e materiali in cotto.

Le cere potranno essere divise in tre categorie secondo la loro derivazione:

- *cere animali* derivanti da secrezioni animali o contenute in alcune parti di essi come nei cetacei, la più utilizzata è la cera d'api simile alle sostanze grasse, pur essendo di costituzione chimica diversa, non contiene glicerina e, a differenza dei grassi, saponifica difficilmente. È di colore giallo intenso, più o meno scura, rammollisce a circa 35 °C, fonde a ca. 62 °C e solidifica a 61 °C, pH 20,7; infiammabile brucia senza lasciare residuo; insolubile in alcool freddo solubile a caldo in essenza di trementina negli oli grassi, benzene, cloroformio ecc., insolubile in acqua ma permeabile al vapore. Questi tipi di cera solubilizzeranno anche a distanza di tempo pertanto si rilevano reversibili;
- *cere vegetali* contenute all'interno o in superficie di fibre vegetali, più dure delle cere animali e presentano un'alta brillantezza (cera di cotone, di lino, di tabacco ecc.): cera carnuba (detta anche cera brasiliana), è un prodotto molto pregiato di colore giallo verdastro pallido o grigio giallognolo prodotto ricavato dall'essudazione delle foglie della palma del Brasile (copernicia cerifera o corypha cerifera), si presenta in pezzi duri ma fragili a seconda dell'untuosità al tatto si classifica grassa o magra. Solubile a caldo nei comuni solventi organici tipo alcool etilico, benzene, trementina, ragia minerale ecc.; punto di fusione 82-85 °C. di norma difficilmente solubile a freddo, resistente e brillante sovente utilizzata per aumentare il punto di fusione delle altre cere o per dare più lucentezza e durezza ovvero per diminuire l'effetto appiccicoso;
- *cere minerali* possono essere di origine fossile (cera montana, ozocerite) o frutto di sintesi del petrolio (paraffine): *cera microcristallina* miscela d'idrocarburi alifatici saturi a peso molecolare medio alto, punto di fusione da 90 °C a 95 °C, punto di goccia 106-110 °C, si presenta come piccole scaglie bianche o leggermente giallognole con una particolare struttura microcristallina. Particolarità positive risiedono nell'elevato potere adesivo a freddo, l'inerzia chimica, ottima reversibilità ed idrorepellenza. Poco solubili a freddo nei solventi polari solubili a caldo e a freddo nei solventi clorurati e nell'essenza di trementina.

Le cere potranno essere impiegate in forma di soluzione o dispersione. Tutte le cere troveranno, in ogni caso, impiego ristretto nel trattamento dei materiali lapidei e porosi a causa dell'ingiallimento e dell'opacizzazione delle superfici trattate; inoltre, in presenza di umidità e carbonato di calcio, potranno dare luogo alla formazione di saponi che scoloriranno l'oggetto trattato. Se non diversamente specificato non andranno utilizzati su manufatti in esterno, esposti agli agenti atmosferici in quanto poco resistenti e possibili terreni di coltura per batteri ed altri parassiti. Le cere potranno trovare utilizzo nei trattamenti protettivi per strutture in legno e manufatti in cotto.

Oli e cere dovranno essere, se non diversamente specificato, applicati a pennello.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. IV.16 - Materiali vari

Art. IV.16.1 Materiali vari per consolidamento

Malta premiscelata per iniezione di consolidamento strutturale

La malta per iniezioni dovrà essere a base di calce idraulica naturale, priva di sali solubili, rafforzata con metacaolino purissimo ad alta reattività pozzolanica (od in alternativa con polvere di coccio pesto) caricata con carbonato di calcio scelto e micronizzato, (o perlite superventilata se si ricerca una malta a basso peso specifico) a cui andranno aggiunti additivi quali ritenitori d'acqua di origine naturale e superfluidificanti al fine di poter iniettare la miscela a bassa pressione. Se non diversamente specificato l'acqua da utilizzare nell'impasto dovrà, essere demineralizzata. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto, possibilmente demineralizzata, e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,4 kg/dm³, lavorabilità 2 h, bleeding trascurabile, aderenza 1,4 N/mm², inizio presa a +20 °C 18 h, fine presa a +20 °C 72 h, resistenza a compressione a 28 gg 13 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 3,5 N/mm², modulo elastico 11000 N/mm², temperatura massima durante l'indurimento < 30 °C, ritiro 0,7-1,2 µm, ritenzione acqua > 70%, permeabilità al vapore 9 µ.

Malta premiscelata per betoncino di collaborazione statica

La malta dovrà presentare un modulo elastico basso così da limitare eventuali inconvenienti legati all'instabilizzazione per carico di punta; a tal fine si potranno utilizzare malte a base di calce idraulica naturale caricata con inerti a comportamento pozzolanico (ad es., pozzolana, metacaolino, coccio pesto ecc.), sabbie silicee (granulometria 0,1-2 mm) con l'eventuale aggiunta di additivi aeranti naturali, fibre minerali inorganiche atossiche (così da ridurre le tensioni generate dall'evaporazione dell'acqua e limitare le fessurazioni da ritiro plastico) ed espansivi minerali (così da controllare il ritiro igrometrico).

Le malte, a ritiro compensato, da utilizzare per i betoncini dovranno, in ogni caso, presentare le seguenti caratteristiche: granulometria inerti 0,1-2,0 mm, inizio presa 5 h, fine presa 15 h, resistenza a compressione a 28 giorni > 18 N/mm²; modulo elastico a 28 giorni < 15000 N/mm²; espansione contrastata a 7 giorni > 300 µm/m; coefficiente di permeabilità al vapore < 150 µ.

L'utilizzo di premiscelati a base di calce idraulica naturale o idraulica pozzolanica (calce aerea miscelata a cariche con reattività pozzolaniche), rispetto all'uso del cemento presenterà il vantaggio di ottenere un impasto più plastico e maggiormente lavorabile, inoltre l'uso della calce idraulica garantirà capacità di traspirazione delle pareti.

Malta premiscelata a base di calce idraulica naturale da rinzafo

Il rinzafo, che dovrà essere applicato a copertura totale del supporto, sarà costituito da una malta a grana grossa, costituita esclusivamente da materie prime naturali quali legante di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, calce idraulica HL 5, pozzolana naturale micronizzata, inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0-2,5 mm. Le caratteristiche richieste, ottenute esclusivamente con l'impiego di materie prime di origine rigorosamente naturale, dovranno garantire una totale resistenza ai sali (Tabella 1- ASTM C 1012-95a ? 0,034%). La malta da rinzafo dovrà soddisfare i requisiti della norma EN 998/1 - GP/CS III / W1, adesione 0,7 N/mm², reazione al fuoco classe A1. Il rinzafo avrà uno spessore medio di 10 mm ed una finitura a rustico in unico strato stollato. L'applicazione, eseguita a mano dovrà avere una resa media circa 15 kg/m² per centimetro di spessore.

Le caratteristiche finali dell'impasto dovranno essere: coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua (m) ? 20 EN 1015-19; assorbimento d'acqua per capillarità Categoria W1 EN 998-1; profondità d'infiltrazione dell'acqua 1 h ? 5 mm EN 1015-18; profondità d'infiltrazione dell'acqua 24 h ? 20 mm EN 1015-18; reazione al fuoco Classe A1 EN 13501-1; resistenza a compressione a 28 gg Categoria CS III EN 998-1; aderenza al supporto (laterizio) ? 0,7 N/mm² - FP: B EN 1015-12; resistenza ai solfati (Tabella 1 ? 0,034%) Superata ASTM C 1012-95a; conducibilità termica (l 10, dry) 0,83 W/mK (valore tabulato) EN 1745; durabilità (al gelo-disgelo) valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto della malta EN 998-1; indice di radioattività I = 0,27 UNI 10797/1999.

Malta premiscelata a base di calce idraulica naturale da arriccio

L'arriccio, che dovrà essere steso al fine di realizzare uno strato "protettivo e deumidificante" ad altissima porosità, igroscopicità, traspirabilità e ridotto assorbimento capillare d'acqua, sarà costituito da una malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, pozzolana naturale extrafine e inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0-2,5 mm.

Le caratteristiche richieste, ottenute esclusivamente con l'impiego di materie prime di origine rigorosamente naturale, dovranno garantire un'altissima traspirabilità dell'intonaco (coefficiente di resistenza al vapore acqueo $m \geq 3$), un'elevata porosità della malta indurita ($\geq 40\%$), una naturale conducibilità termica (pari a $0,47 \text{ W/mK}$), una notevole aria occlusa in fase d'impasto ($\geq 25\%$), una totale resistenza ai sali (WTA 2-2-91/0 Superata) e una ridotta profondità d'infiltrazione d'acqua (nelle 24 h $\geq 5 \text{ mm}$). L'impasto dovrà soddisfare i requisiti della norma EN

998/1 - R/CS II/W24 $\geq 0,3 \text{ kg/m}^2$, adesione $0,2 \text{ N/mm}^2$, reazione al fuoco classe A1. L'intonaco dovrà avere uno spessore minimo di 20 mm, costituito da due strati dello spessore medio di 10 mm, ed una finitura a rustico fine. L'applicazione, eseguita a mano, dovrà avere una resa media di circa 12 kg/m^2 per ogni centimetro di spessore.

Le caratteristiche finali dell'impasto dovranno essere: coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua (m) ≥ 3 EN 1015-19; assorbimento idrico capillare W24 $\geq 0,3 \text{ kg/m}^2$ EN 1015-18; profondità d'infiltrazione dell'acqua 24 h $\geq 5 \text{ mm}$ EN 1015-18; porosità $\geq 40\%$ WTA 2-2-91/D; reazione al fuoco Classe A1 EN 13501-1; resistenza a compressione a 28 gg Categoria CS II EN 998-1; aderenza al supporto (laterizio) $\geq 0,2 \text{ N/mm}^2$ - FP: B EN 1015-12; rapporto resistenza compressione/flessione ≥ 3 WTA 2-2-91/D; resistenza ai sali Superata WTA 2-2-91/D; conducibilità termica (l 10, dry) $0,47 \text{ W/mK}$ (valore tabulato) EN 1745; durabilità (al gelo-disgelo) valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto della malta EN 998-1; indice di radioattività I = 0,30 UNI 10797/1999.

Art. IV.17 - Materiali compositi FRP

I prodotti denominati FRP (acronimo di *Fiber Reinforced Polymers*) sono "sistemi compositi" fibrosi a matrice polimerica. Il materiale base sarà il rinforzo fibroso costituito da lunghe fibre aventi un diametro di circa 8mm, accostate le une alle altre ed impregnate in situ con una matrice a base di resine (epossidiche o poliestere bicomponenti a bassa viscosità) che polimerizzeranno a temperatura ambiente o industrialmente mediante il processo di pultrusione. La matrice polimerica avrà il compito di trasferire le sollecitazioni alle fibre di rinforzo, di proteggere la fibra da attacchi di tipo chimico o meccanico o da variazioni di temperatura, ed infine, di dare forma al composito. Le fibre, commercialmente prodotte, per la realizzazione dei FRP potranno essere di quattro tipi:

- *-fibre di carbonio* presentano elevata resistenza e rigidità, modesta sensibilità alla fatica, eccellente resistenza all'umidità ed agli agenti chimici; per contro presentano un modesto valore di deformazione ultima, bassa resistenza agli urti e sono danneggiabili all'intaglio, in conseguenza di una limitata deformabilità in direzione trasversale. Le fibre di carbonio potranno essere classificate in: ad alta tenacità (HT con $E < 250 \text{ GPa}$), alto modulo (HM con $E < 440 \text{ GPa}$), ed altissimo modulo (UHM con $E > 440 \text{ GPa}$);
- *-fibre in vetro* sono prodotte per estrusione, presenteranno un'elevata resistenza a trazione che però sarà accompagnata da una limitata resistenza ai carichi ciclici e da una forte sensibilità agli ambienti alcalini. I tipi di vetro comunemente utilizzati saranno il tipo E, il tipo S e ad alta resistenza chimica di tipo AR;
- *-fibre aramidiche* sono di natura polimerica, oltre che per la buona resistenza e rigidità sono caratterizzate da un'ottima resistenza agli agenti chimici: una forte deperibilità delle caratteristiche meccaniche può essere causata dai raggi U.V. Le fibre aramidiche potranno essere classificate in: alto modulo (HM), ed altissimo modulo (UHM);
- *-fibre polivinilalcol (PVA)* estremamente leggere e con una maggiore deformabilità rispetto alle fibre in vetro, presenteranno al contempo una maggiore capacità di sopportazione alla deformazione e una grande compatibilità con il cemento.

Tabella 17.1 Caratteristiche meccaniche delle fibre

| | CARBONIO | VETRO | ARAMIDE | POLIVINILALCOL |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Resistenza a trazione | 2500-4800 MPa | 1800-3500 MPa | 2800-3500 MPa | 1400- MPa |
| Modulo Elastico (E) | 200-600 GPa | 70-85 GPa | 80-140 GPa | 29-30 GPa |

| | | | | |
|------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Allungamento a rottura | 1-2 % | 3-4 % | 2-3 % | 6% |
| Densità | 1,7-1,9 g/cm ₃ | 2,5 g/cm ₃ | 1,4 g/cm ₃ | 1,3 g/cm ₃ |

Le tipologie dei compositi FRP utilizzate saranno rappresentate da: i tessuti, le lamine e le barre.

I *tessuti* (utilizzabili nel rinforzo esterno a flessione, a taglio e per il confinamento a compressione) potranno essere realizzati in fibre secche (carbonio, aramide, vetro) unidirezionali (fibre orientate secondo un'unica direzione), bi-direzionali (fibre orientate secondo direzioni 0° e 90°) o bi-assiale (fibre inclinate a $\pm 45^\circ$). Le larghezze delle strisce potranno variare da un minimo di 10 cm ad un massimo di 100 cm in tessuto di fibra con spessore a secco variabile a seconda della natura della fibra se non diversamente specificato (ad es., per fibre unidirezionali si potranno avere: carbonio circa 0,16 mm, vetro circa 0,23 mm, aramide circa 0,21 mm); anche il peso sarà variabile in rapporto al materiale ed alla tipologia della fibra (per es. fibre di carbonio unidirezionali peseranno circa 300-600 g/m², le fibre di carbonio bi-direzionali peseranno circa 230-360 g/m², mentre quelle bi-assiali circa 450-600 g/m²).

Le *lamine* (utilizzabili nel rinforzo esterno a flessione) rappresenteranno piattine pultruse in fibre secche (carbonio, aramide, vetro) di spessore superiore a quello del tessuto (rapporto circa 1:8 o superiore) e variabile (per le fibre di carbonio) da 1,4 a 50 mm così come la larghezza variabile da 50 a 150 mm.

Le *barre* (utilizzabili nel rinforzo interno a flessione come tiranti o come armature) potranno essere realizzate in fibra di carbonio, di vetro o di aramide con diametro circolare (f 5, 7, 10 mm) o rettangolare di varie sezioni (da 1,5 x 5 mm a 30 x 40 mm). Le suddette barre pultruse potranno presentare, se richiesto dagli elaborati di progetto, un'aderenza migliorata ottenuta mediante sabbiatura superficiale di quarzo sferoidale e spirallatura esterna. Questo tipo di prodotto dovrà, inoltre, presentare un'elevata durabilità nei confronti di tutti gli aggressivi chimici (quali ad es., idrossidi alcalini, cloruri e solfati).

I prodotti sopra elencati verranno considerati al momento della fornitura; la D.L. ai fini della loro accettazione potrà procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate negli articoli specifici. In caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati saranno quelli indicati nelle norme UNI vigenti e in mancanza di queste ultime quelli indicati dalle norme estere o internazionali.

Art. IV.18 - Materiali per coperture – Generalità

Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue. I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la D.L. ai fini della loro accettazione potrà procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate negli articoli specifici.

Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati saranno quelli indicati nelle norme UNI vigenti e in mancanza di queste ultime quelli indicati dalle norme estere o internazionali.

Art. IV.18.1 Tegole e coppi di laterizio

Le tegole e coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intenderanno denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, coppo, embrice ecc.). I prodotti di cui sopra dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto, alle specifiche di cui alla norma UNI EN 1304 ("Tegole di laterizio per coperture discontinue – Definizioni e specifiche di prodotto") e in mancanza e/o a completamento alle prescrizioni di seguito riportate:

a) i difetti visibili potranno essere ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non dovranno essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non dovranno avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non dovrà esserci più di 1 protuberanza; è ammessa 1 protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm² di superficie proiettata;

- sbavature tollerate purché non limitino il corretto assemblaggio;
 - l'esame dell'aspetto e della confezione dovrà avvenire secondo le modalità di cui alla norma UNI 8635-1;
- b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica saranno ammesse le seguenti tolleranze:
- lunghezza (misurata secondo le prescrizioni della norma UNI 8635-2): $\pm 3\%$;
 - larghezza (misurata secondo le prescrizioni della norma UNI 8635-3): $\pm 3\%$ per tegole e $\pm 8\%$ per coppi;
- c) lo spessore dovrà essere determinato secondo le modalità di cui alla norma UNI 8635-5;
- d) la planarità, l'ortometria e la rettilineità dei bordi ed il profilo dovranno essere determinati secondo le modalità di cui alla norma UNI 8635, rispettivamente ai punti 5, 6 e 7;
- e) sulla massa convenzionale (misurata secondo le prescrizioni della norma UNI 8635-8) sarà ammessa una tolleranza del 15%;
- f) l'impermeabilità (norme UNI 8635-10 e UNI EN 539-1) dovrà essere tale da non permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso;
- g) la resistenza a flessione (forza F singola), misurata secondo le modalità di cui alla norma UNI EN 538, dovrà essere maggiore di 1000 N;
- h) per il carico di rottura (norma UNI 8635-13) il valore singolo della forza F dovrà essere maggiore di 1000 N ed il valore medio maggiore di 1500 N.

I criteri di accettazione saranno quelli dell'articolo 19 ("Materiali per coperture – Generalità") del presente Capo; in caso di contestazione si procederà secondo quanto indicato nell'ultimo periodo del suddetto articolo.

I prodotti dovranno essere forniti su appositi *pallets*, legati e protetti da azioni meccaniche e chimiche nonché dalla sporcizia che potrebbe degradarli durante la fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, dovranno contenere un apposito foglio informativo che segnali almeno il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da a) ad h) nonché eventuali istruzioni complementari.

Trattamento superficiale impermeabilizzante delle tegole e dei coppi.

Le tegole e gli embrici saranno sottoposti a trattamento di protezione e non lucidante, mediante l'utilizzo di microemulsione acquosa di oligomeri silossanici funzionalizzati, copolimeri fluorurati e resine totalizzanti ad elevata stabilità ed inerzia chimica, da applicare puro a pennello su superfici asciutte o uniformemente umide. Applicazione in due mani, lasciando asciugare la superficie trattata almeno 2 ore tra un'applicazione e l'altra. Da non eseguire su superfici troppo calde o con temperature inferiori ai 5°C.

Art. IV.18.2 Lastre di materia plastica rinforzata

Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intenderanno definite e classificate secondo le norme UNI vigenti. I prodotti di cui sopra dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamente alle seguenti prescrizioni:

- a) le lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro dovranno essere conformi alla norma UNI 6774 e 6775;
- b) le lastre di polistirene espanso sinterizzato a celle chiuse dovranno essere conformi alla norma UNI EN ISO 14631;
- c) le lastre di polimetilmetacrilato (PMMA) ovvero in vetro acrilico dovranno essere conformi alla norma UNI EN ISO 7823-1 e potranno essere fornite in quattro tipi:
 - lastre piane, compatte, trasparenti, bianche o colorate (giallo, marrone e arancio, rosso, blu, verde, grigio, nero) negli spessori da 1,5 mm a 25 mm;

- lastre piatte strutturate, incolori o colorate negli spessori da 3 a 8 mm;
- lastre ondulate, incolori o colorate;
- lastre alveolari a doppia o tripla parete;

d) le lastre di polycarbonato (PC) dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti ed in mancanza di queste ultime alle norme estere o internazionali; potranno essere fornite in quattro tipi:

- lastre piane, compatte trasparenti, bianche opaline o colorate (blu, verde, grigio, bronzo) negli spessori da 2 mm a 12 mm, con superficie liscia e brillante o strutturata dotata o non di trattamento superficiale (processo di coestrusione), da uno o entrambi i lati, di resistenza agli agenti atmosferici; resistenza al fuoco classe 1;
- lastre piane alveolari a doppia, tripla o quadrupla parete, incolori, opaline, bianche o color bronzo, negli spessori 4, 6, 8, 10 mm per le doppie pareti (monocamera), 8, 10, 16 mm per le triple pareti (bicamere), 16 mm e 25 mm per le tricamere; peso variabile da 0,8 a 3,7 kg/m² con coefficiente di trasmissione variabile da 4,1 a 1,7 Kcal/m²h°C. Le lastre potranno presentare un eventuale trattamento superficiale (processo di coestrusione) da un lato, di resistenza agli agenti atmosferici ovvero trattamento antigocciolamento. Le lastre a tripla parete (bicamere) potranno essere fornite anche nella versione curva con raggio minimo variabile da 200 cm a 350 cm e spessore variabile da 10 mm a 16 mm; resistenza al fuoco classe 1;
- lastre ondulate alveolari (a 6 o a 5 onde), incolori, bianche opaline o colorate (verde, bronzo) con spessore 3 mm (monocamera) o 6 mm (bicamera), con coefficiente di trasmittanza termica K variabile da 3,6 a 2,8 Kcal/m²h°C; con o senza trattamento superficiale (processo di coestrusione) da un lato, di resistenza agli agenti atmosferici; resistenza al fuoco classe 1;
- lastre grecate alveolari traslucide, bianche opaline o colorate (verde, bronzo) con spessore 4 mm (monocamera) o 10 mm (bicamera), con coefficiente di trasmittanza termica variabile da 3,6 a 2,5 Kcal/m²h°C; con o senza trattamento superficiale (processo di coestrusione) da un lato, di resistenza agli agenti atmosferici, resistenza al fuoco classe 1.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati dell'art. 19 ("Materiali per coperture – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. IV.18.3 Lastre a base di fibre organiche

Le lastre a base di fibre organiche si intenderanno definite e classificate secondo le norme UNI vigenti e la norma europea EN 534, tipo A. Rientreranno in questa categoria le lastre ondulate ovvero grecate o microdogate monostrato a base di fibre organiche bitumate e resinate spessore minimo 3 mm (ovvero 2,6 mm per le lastre sottocoppo o sottotegola), con colorazione della superficie variabile (in genere nero ardesia, rosso coppo, verde foglia di olivo, bruno testa di moro) comunque ottenuta mediante pigmentazione in pasta e successiva verniciatura protettiva.

I prodotti di cui sopra dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni (secondo EN 534, tipo A):

- a) resistenza alla flessione sotto carico;
 - maggiore di 240 N/m² (per interasse da 620 mm);
 - maggiore di 350 N/m² (per interasse da 450 mm);
- b) resistenza allo strappo da chiodo maggiore di 20 N;
- c) -resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di +50 °C seguito da permanenza in frigo a -35 °C; non dovranno presentare alcun danno;
- d) -resistenza ai raggi U.V., dopo 100 cicli di 4 ore di radiazioni e 4 di condensazione a 50°C; non dovranno presentare alcun danno;

- e) resistenza chimica: non si dovrà deteriorare a contatto con acidi, basi o sali;
- f) dovranno superare le prove di resistenza all'urto (grandine), all'assorbimento d'acqua e all'impermeabilità.

La fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. IV.18.4 Lastre di metallo

Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intenderanno denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tipologia, rivestimento superficiale ecc.) in mancanza e/o a completamento alle seguenti caratteristiche:

- a) i prodotti completamente supportati dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza al punzonamento, resistenza al piegamento a 360°; resistenza alla corrosione; resistenza a trazione. Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione;
- b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate o microdogate ecc.) oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi;
- c) le lamiera dovranno essere esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, ulcere, crateri, cricche ecc.) e da difetti di forma (svergolamenti, imbarcamenti, falcature ecc.) che ne potrebbero pregiudicare l'impiego e/o la messa in opera.

Nella categoria delle lastre in metallo rientreranno:

- le lastre (sia del tipo nervato sia piano) o le “scandole” di lamiera di alluminio di spessore non inferiore a 0,8 mm (ovvero 0,7 mm per le lastre integrate in pannelli coibenti); poste in opera naturali o con verniciatura.
- le lamiera di acciaio zincato (con profilo grecato, ondulato, microdogato ecc.) di spessore non inferiore a 0,6 mm (ovvero 0,45 mm per quelle integrate in pannelli coibenti), poste in opera senza protezione ovvero con verniciatura (ad es., rivestimento anticorrosivo ed insonorizzante a base bituminosa con o senza finitura esterna in scaglie di ardesia naturale o colorata) o plastificatura;
- le lastre (sia del tipo nervato sia piano) o le “scandole” in rame di spessore non inferiore a 0,8 mm (ovvero 0,6 mm per le lastre integrate in pannelli coibenti).

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati dell'art. 19 (“Materiali per coperture – Generalità”) del presente Capo; in caso di contestazione dovrà essere fatto riferimento alle norme UNI EN 501, UNI EN 502, UNI EN 505, UNI EN 507 per prodotti non autoportanti ed alle norme UNI EN 506, UNI EN 508-1/2/3 per prodotti autoportanti.

La fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. IV.19 - Materiali per impermeabilizzazione – Generalità

Dovranno essere intesi come prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane quelli che si presenteranno sotto forma di:

- a) - membrane bituminose in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato, si potranno scegliere in base al:
 - materiale componente (ad es.: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato ecc.);
 - materiale di armatura inserito nella membrana (ad es.: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile ecc.);

- materiale di finitura della superficie superiore (ad es.: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie ecc.);
 - materiale di finitura della superficie inferiore (ad es.: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile ecc.);
- b) - membrane e vernici liquide e/o in pasta da mettere in opera a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in situ una membrana continua; si potranno classificare in:
- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
 - asfalti colati;
 - malte asfaltiche;
 - prodotti termoplastici;
 - soluzioni in solvente di bitume;
 - emulsioni acquose di bitume;
 - prodotti a base di polimeri organici;
- c) -membrane ondulate o microdogate sottocoppo o sottotegola, di norma realizzate in fibrocemento o in fibre organiche resinate;
- d) membrane bugnate estruse in polietilene ad alta densità.

I prodotti di seguito elencati, dovranno essere valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, si potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

Art. IV.19.1 Membrane (bitume/polimero)

MEMBRANE PER COPERTURE E SOTTO-COPERTURE

Le membrane per coperture di fabbricati in relazione allo strato funzionale (definito secondo la norma UNI 8178) che costituiranno (ad es., strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti ecc.) dovranno, necessariamente, rispondere alle prescrizioni degli elaborati di progetto ed in mancanza, od a loro completamento, alle prescrizioni di seguito indicate.

MEMBRANE A BASE DI ELASTOMERI E DI PLASTOMERI

Le guaine a base di elastomeri e di plastomeri potranno essere utilizzate per varie classi di impiego purché siano conformi alle caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898. I suddetti prodotti si classificheranno in:

- a) membrane in materiale elastomerico¹³ senza armatura;
- b) membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
- c) membrane in materiale plastomerico¹⁴ flessibile senza armatura.
- d) membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- e) -membrane in materiale plastomerico rigido (ad es. polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);

¹³ Per materiale elastomerico dovrà intendersi un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata).

¹⁴ Per materiale plastomerico dovrà intendersi un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate).

- f) membrane polimeriche a reticolazione posticipata (ad es. polietilene clorosol fanato) dotate di armatura;
- g) membrane polimeriche accoppiate ossia, membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, qualora la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante avrà importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove dovranno essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

Art. IV.20 Tubazioni in PVC rigido (non plastificato) per fognature

Le tubazioni in PVC rigido (non plastificato) dovranno essere conformi alla norma UNI EN 1401-1: 2009: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

I tubi, i raccordi e gli accessori in PVC dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di unificazione UNI e gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, giuridicamente riconosciuto con DPR n. 120 dell'1.2.1975. Prima di procedere alla posa in opera, i tubi dovranno essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

Nel trasporto bisogna sopportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio, i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi. Si tenga presente che a basse temperature aumenta la possibilità di rottura dei tubi di PVC; in tali condizioni quindi tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

Le operazioni di carico e scarico dei tubi, come per tutti gli altri materiali, devono essere fatte con grande cura. I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

I tubi lisci devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversine di legno in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni e inoltre i bicchieri stessi devono essere alternativamente sistemati (sia nelle file orizzontali, sia in quelle verticali) da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa. In tal modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si appoggiano l'uno all'altro lungo l'intera generatrice. I tubi non devono essere accatastati per un'altezza superiore a 1,50 m, qualunque sia il diametro dei tubi, per evitarne possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi accatastati in cantiere non vengono adoperati per più di un mese, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che consentano una regolare aerazione.

Art. IV.21 - Raccordi ed accessori

Questi pezzi possono essere forniti in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura nel trasporto ed immagazzinamento di non ammucciarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

PARTE II - MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE DI CATEGORIA OG2

PARTE II.I Procedure operative di restauro e consolidamento strutturale

Art. IV.22 – Scavi e Rinterri

Art. IV.22.1 - Generalità

I riferimenti normativi applicabili a questa specifica categoria di lavori sono il DPR 547/55 e il DPR 164/56. Gli scavi in genere, per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e/o geotecnica di cui al DM 11 marzo 1988 (riguardante le norme tecniche sui

terreni ed i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione) e la relativa Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 24 settembre 1988, n. 30483 nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L. Trattandosi di opere da svolgere in zona archeologica, qualsiasi scavo, anche non prettamente di natura archeologica, dovrà svolgersi sotto controllo archeologico.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, si dovrà provvedere in modo da impedire scoscendimenti, franamenti e ribaltamento di mezzi; per far ciò si renderà necessario provvedere a delimitare mediante barriere fisse e segnalazioni la zona oggetto di intervento, così da vietare il traffico veicolare sui bordi dello scavo che potrebbe far scaturire possibili franamenti delle pareti. L'utilizzo del nastro segnaletico (giallo-nero o bianco-rosso) dovrà avere esclusivamente funzione di delimitazione e non di protezione. Al fine di evitare cadute di personale all'interno dell'area di scavo sarà, inoltre, necessario mettere in opera dei robusti parapetti (altezza minima 100 cm, muniti di tavola fermapiède minima di 20 cm luce, tra tavola superiore e fermapiède massimo 60 cm; nel caso in cui il parapetto sia ad una distanza di almeno 70-80 cm dal bordo dello scavo, la tavola fermapiède potrà essere omessa) disposti lungo i bordi della stessa: negli scavi di sbancamento sarà necessario, quando questo dovesse superare i 200 cm, mentre, nelle trincee, sarà appropriato predisporre la protezione appena lo scavo supererà i 50 cm di profondità.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della D.L.) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere trasportate fuori dalla sede del cantiere alle pubbliche discariche, o su altre aree altrettanto idonee e disponibili. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in area idonea (previo assenso della D.L.) per essere, in seguito riutilizzate a tempo opportuno. Qualora le materie dovessero avere natura archeologica esse verranno collocate in appositi contenitori e depositati in aree indicate appositamente dalla D.L. In ogni caso le materie depositate non dovranno costituire un danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private, al passaggio dei visitatori e dei mezzi di altre ditte o della SANP ed al libero deflusso delle acque che scorrono in superficie. Sarà oltremodo vietato costituire depositi di materiali nelle vicinanze dei cigli degli scavi; qualora tali depositi siano necessari, per le particolari condizioni di lavoro, sarà obbligatorio provvedere alle necessarie puntellature che dovranno presentare un sovrizzo minimo oltre la quota del terreno pari a 30 cm.

Art. IV.22.2 - Scavi di accertamento e ricognizione

Tali operazioni si realizzeranno solo ed esclusivamente dietro esplicita richiesta e sorveglianza della D.L., seguendo le indicazioni e le modalità esecutive da essa espresse e/o dal personale tecnico incaricato. I detriti, i terreni vegetali di recente accumulo verranno sempre rimossi a mano con la massima attenzione previa esecuzione di modesti sondaggi al fine di determinare la quota dei piani originali sottostanti (e delle loro eventuali pavimentazioni) in modo da evitare danni e rotture ai materiali che li compongono. Se non diversamente specificato dalla D.L. le rimozioni dei materiali saranno eseguite a mano, senza l'ausilio di mezzi meccanici. In ogni caso l'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza di eventuali reperti *in situ* e, quindi, all'indagine preventiva. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempi differiti (ad es. per riempimenti) saranno depositate nell'ambito del cantiere, in luogo dove non provochino intralcio o danni.

Art. IV.22.3 - Scavi archeologici

I lavori di scavo archeologico dovranno essere eseguiti conformemente alle norme scientifiche tenendo conto anche delle vigenti raccomandazioni dell'UNESCO. Con l'operazione di scavo (operazione irripetibile, irreversibile e solo molto limitatamente prevedibile) si rimuoverà il riempimento ammucchiatosi per strati sopra le vestigia antiche, togliendo questi strati nell'ordine inverso a quello in cui si sono sedimentati. Da qui la "necessità" di scavare con la massima consapevolezza, obiettività e rigore possibile, dato che ciò che sarà distrutto potrà essere "ricostruito" solo per mezzo della documentazione che sarà lasciata.

Lo scavo dovrà essere eseguito solo dopo aver accuratamente delimitato tutta l'area di cantiere, avere ottenuto tutte le autorizzazioni da parte della SANP e solo dietro sorveglianza e guida del personale preposto e del Direttore di Scavo. Dopo aver eventualmente ripulito dalla vegetazione e da eventuali riempimenti superficiali di cui si sia verificata la non utilità ai fini scientifici, anche nel caso in cui emergano dal suolo strutture murarie ben precise, potrà essere opportuno (tranne nei casi di trincee ovvero saggi di limitata estensione o ancora di scavi entro ambienti chiusi di modeste dimensioni) utilizzare una delimitazione artificiale dell'area da scavare mediante un reticolo di maglie quadrate (quadrettatura del terreno) di dimensioni variabili a seconda dei casi. Nel caso in cui il sito lo permetta e se non diversamente specificato dalla D.L. o dal Direttore dello Scavo, sarà preferibile eseguire

uno scavo estensivo a scacchiera dei quadrati, piuttosto che piccoli interventi parziali, con i quali si potrà rischiare di perdere parte delle informazioni.

Gli scavi dovranno essere eseguiti, se non diversamente specificato dalla D.L. e/o dal Direttore dello Scavo, rigorosamente a mano, con la massima cura ed attenzione, da personale specializzato (presente negli appositi elenchi degli addetti di opere specialistiche) ed opportunamente attrezzato.

Le tecniche di scavo si dovranno differenziare in base al tipo di terreno, al tipo di ambiente circostante, alla tipologia e alla posizione delle strutture emergenti ovvero sepolte, alla variabilità delle sezioni di scavo, alle caratteristiche dei manufatti e dei reperti così che non si verifichino inconvenienti ovvero danneggiamenti alle vestigia archeologiche o agli operatori allo scavo. Dietro specifica indicazione della D.L. si potranno eseguire operazioni con differente grado di accuratezza nella vagliatura delle terre e nella cernita e selezione dei materiali, nella pulitura, allocazione e cartellinatura di quanto trovato in appositi contenitori e/o cassette. A seconda della dimensione e consistenza dello strato asportato il taglio della parete dovrà essere eseguito con il piccone o con la *trowel*; se conci lapidei, tegole, o altri materiali ovvero reperti (frammenti di ceramica, di vasellame metallico, utensili di vetro, ma anche ossa, resti vegetali ecc.) dovessero fuoriuscire dalla parete, dovranno obbligatoriamente essere lasciati al loro posto "tagliando" il terreno attorno ad essi al fine di evitare crolli. Le eventuali pareti in argilla non andranno levigate per poterne leggere la struttura, ma lavorate con la punta della *trowel*.

All'interno dell'area di pertinenza dello scavo dovrà, necessariamente, essere previsto un deposito (facilmente raggiungibile con le carriole) per la terra di risulta raccolta dallo scavo archeologico.

Art. IV.22.4 - Avvertenze da seguire in ogni scavo

A prescindere dalle problematiche riscontrate in qualsivoglia scavo archeologico, le linee guida che dovranno, in ogni caso, essere seguite al fine di evitare la dispersione di elementi utili o l'insufficienza della documentazione saranno:

- identificazione dei singoli elementi della stratigrafia del terreno (unità stratigrafiche US), con conseguente asportazione di ogni singolo strato, in senso cronologico inverso ovvero rimuovendo per primi i livelli che si sono depositati per ultimi, identificando ogni elemento estraneo, come buche, fossati, terrapieni ecc. i quali andranno scavati a parte;
- relazione cronologica tra le varie US e con le strutture edilizie (la muratura potrà essere considerata una particolare US, di norma limitata soltanto da un contorno ben definito e da una superficie - interfaccia - esterna);
- scrupoloso prelievo di tutti gli eventuali reperti contenuti nello strato e di campioni per le analisi (utilizzando operazioni quali la setacciatura della terra e la flottazione) utili per la ricostruzione della storia; operazione da eseguire con l'accortezza di non mescolarli con quelli degli altri strati. I singoli elementi (strati, reperti, strutture ecc.) dovranno essere registrati su apposite schede via via che verranno messi in luce; contemporaneamente, sarà necessario annotare sul giornale di scavo le osservazioni generali, l'insieme delle operazioni seguite, eventuali ipotesi da verificare ecc.;
- accurata documentazione grafica (aggiornamenti giornalieri dello scavo) e fotografica del lavoro compiuto ovvero la documentazione di ogni singolo piano e di tutte le strutture murarie emergenti, così da garantire alla comunità la conoscenza e la verifica dei risultati.

Specifiche

Nel compiere lo scavo di strutture murarie (sia nel caso di scavo archeologico programmato sia di rinvenimenti occasionali) dovrà essere cura dell'appaltatore porre particolare attenzione ai rischi di danneggiamento delle strutture rinvenute; tra le classi di dissesto più ricorrenti nel verificarsi ci sono:

- perdita di verticalità delle strutture murarie dovute alle differenze di materiale e di legante, all'apparecchio, al rovesciamento di cresta, allo slittamento al piede, alla spinta mediana, al cedimento di base;
- perdita di orizzontalità delle strutture murarie dovute a smembramento di muri con elementi di apparecchio di piccola taglia, cedimento di elementi di grande taglia;
- spostamento degli elementi lapidei per calpestio o lavorazione;
- erosione della terra;

- differenza di materiali lapidei;
- perdita di allineamento o giacitura delle strutture murarie;
- differenze di comportamento dei muri, sollecitazioni esterne;
- presenza di acque.

Art. IV.22.5 - Armature degli scavi (sbatacchiature)

Il principio delle sbatacchiature consiste nel controbilanciare le spinte del terreno attraverso elementi di vario materiale (di norma legno o metallo) che, sollecitati a compressione, cercano di riportare la spinta a valori accettabili. Gli elementi che formeranno il presidio, se messi in opera in posizione orizzontale o inclinata, non lavoreranno esclusivamente a compressione semplice ma anche a flessione e pressoflessione, indotta anche dal peso proprio.

La sbatacchiatura dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- essere resistente al fine di assicurare l'incolumità dei lavoratori nelle strutture;
- essere economica, evitando sprechi di materiale;
- essere il più possibile maneggevole nell'utilizzo delle singole parti messe in opera;
- non restringere lo spazio utile permettendo l'esecuzione dei lavori;
- non essere causa di degrado ovvero dissesto delle superfici protette (soprattutto quando si tratta di fronti di scavo archeologico);
- permettere il progressivo sfoderamento delle superfici protette, evitando l'eventuale ricaduta di terreno nello scavo;
- i cunei ed i puntelli dovranno essere fermati con idonee legature, all'occorrenza, revisionabili;
- le eventuali armature lasciate in opera per molto tempo dovranno essere vigilate e verificate.

Le tipologie di armature saranno scelte in funzione della consistenza del terreno, della profondità da raggiungere, dei carichi gravanti e della metodologia di scavo. In ogni caso tutti gli elementi che comporranno il presidio (tavole, traversi, puntelli ecc.) dovranno essere di materiale robusto opportunamente dimensionato e selezionato, inoltre l'armatura dovrà sporgere dai bordi dello scavo per almeno 30 cm. Nel caso di scavi di trincee si potranno distinguere quattro sistemi:

- a) panconi verticali;
- b) panconi orizzontali;
- c) marciavanti;
- d) paratie a palancole.

Le *sbatacchiature verticali* eseguite con tavole lignee (spessore minimo 30-40 mm meglio 40-60 mm per 200-300 cm di lunghezza) o metalliche saranno, di norma, limitate a scavi di profondità pari alla lunghezza delle tavole (generalmente non superiori ai 4 m); le tavole saranno forzate contro le pareti con l'ausilio di puntelli d'acciaio regolabili o fissi (luce massima tra puntello e piano di fondazione 100 cm) e si dovrà avere cura di colmare i vuoti tra la sbatacchiatura e la parte di scavo con idoneo materiale. La protezione con sbatacchiature verticali sarà, di norma, impiegata negli scavi a sezione stretta e profonda; qualora il terreno non dovesse presentare una buona consistenza, i panconi andranno posizionati aderenti gli uni agli altri. Il sistema a tavole verticali presenta lo svantaggio di dover, eventualmente, tagliare le tavole a misura e quindi presenta più spreco di materiale però, al contempo, permette di riutilizzare gli elementi con maggior facilità.

Le *sbatacchiature orizzontali* saranno costituite semplicemente da tavole fermate da un puntello ligneo (con φ tra i 10 e i 15 cm) o metallico (tubo innocente o similare), posto a forza e serrato con cuneo. Se non diversamente specificato la distanza tra i puntelli sarà di 100-200 cm. L'utilizzo di armatura con tavole orizzontali sarà possibile in presenza di terreni che garantiranno una buona consistenza in modo da poter eseguire la procedura di scavo per cantieri di circa 60-80 cm di profondità. Questo sistema si rileverà più economico agli effetti dell'utilizzo di legname ma presenterà più difficoltà nel suo recupero.

La *sbatacchiatura a marciavanti* sarà possibile per terreni poco consistenti o spingenti od in caso di scavi profondi; i "marciavanti" dovranno essere tavole di notevole spessore con estremità appuntita o altrimenti dotata di punta

ferrata; in caso di terreno completamente sciolto sarà consigliabile armare anche il fronte di scavo, così da eludere rifluimenti di materiale.

In alternativa a questi sistemi, o più semplicemente in presenza di terreno acquifero, dove i sistemi sopra indicati si dimostreranno insufficienti, ovvero dove occorrerà realizzare una struttura a tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi, si potrà ricorrere all'uso di paratie metalliche o prefabbricate in calcestruzzo.

Le *paratie a palancole metalliche* infisse, di sezione varia, dovranno rispondere ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e rimpiogo (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni. L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso; il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia. Durante l'infissione dovranno essere adottate speciali cautele affinché gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palanca, a tale scopo occorrerà riempire, prima dell'infissione, gli incastri di grasso. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non dovranno essere ammessi deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca. Nel caso in cui, durante l'infissione, si dovessero verificare fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che, a giudizio della D.L., non fossero tollerabili, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa ovvero sostituita, se danneggiata.

Le *paratie a palancole prefabbricate* utilizzate, se non diversamente specificato, saranno in calcestruzzo armato centrifugato a sezione cava. Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà, altresì, essere esente da porosità o altri difetti; inoltre il cemento impiegato sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno. Per infissione con battitura in terreni tenaci, se richiesto negli elaborati di progetto ovvero prescritto dalla D.L., la palanca potrà essere munita di puntazza metallica. Particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

Quale che sia il sistema di sbatacchiatura messo in opera questo dovrà, obbligatoriamente, essere rimosso progressivamente e per modeste altezze in funzione dell'avanzare delle opere definitive.

Art. IV.23 – Asportazioni, demolizioni e smontaggi

Art. IV.23.1 - Generalità

Le operazioni di demolizioni e smontaggi dovranno essere conformi a quanto prescritto nel DPR 7 gennaio 1956, n. 164 (in modo particolare negli articoli 10, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76). Le demolizioni e/o le asportazioni totali o parziali di murature, intonaci, solai ecc., nonché l'operazione di soppressione di stati pericolosi in fase critica di crollo, anche in presenza di manufatti di pregevole valore storico-architettonico, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, al fine sia di non provocare eventuali danneggiamenti alle residue strutture, sia di prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro; dovranno, inoltre, essere evitati incomodi, disturbi o danni collaterali. Particolare attenzione dovrà essere fatta allo scopo di evitare la formazione d'eventuali zone d'instabilità strutturale.

Sarà vietato demolire murature superiori ai 5 m d'altezza senza l'uso d'idonei ponti di servizio indipendenti dalla struttura oggetto d'intervento. Per demolizioni da 2 m a 5 m d'altezza sarà obbligo, per gli operatori, indossare idonee cinture di sicurezza complete di bretelle e funi di trattenuta.

Sarà assolutamente interdetto: gettare dall'alto i materiali, i quali dovranno essere, necessariamente, trasportati o meglio guidati a terra, attraverso idonei sistemi di canalizzazione (ad es. tubi modulari telescopici) la cui estremità inferiore non dovrà risultare ad altezza maggiore di 2 m dal livello del piano di raccolta; l'imboccatura superiore del canale, dovrà, inoltre, essere protetta al fine di evitare cadute accidentali di persone o cose. Ogni elemento del canale dovrà imboccare quello successivo e, gli eventuali raccordi, dovranno essere opportunamente rinforzati. Il materiale di demolizione costituito da elementi pesanti od ingombranti (ad es. la carpenteria lignea), dovrà essere calato a terra con idonei mezzi (gru, montacarichi ecc.). Al fine di ridurre il sollevamento della polvere prodotta durante i lavori sarà consigliabile bagnare, sia le murature, sia i materiali di risulta.

Prima dell'inizio della procedura dovrà, obbligatoriamente, essere effettuata la verifica dello stato di conservazione e di stabilità delle strutture oggetto di intervento e dell'eventuale influenza statica su strutture corrispondenti, nonché il controllo preventivo della reale disattivazione delle condutture elettriche, del gas e dell'acqua onde evitare danni causati da esplosioni o folgorazioni. Si dovrà, inoltre, provvedere alle necessarie opere di puntellamento ed alla messa in sicurezza temporanea (mediante idonee opere provvisorie) delle parti di manufatto ancora integro o pericolanti per le quali non saranno previste opere di rimozione. Sarà, inoltre, necessario delimitare ed impedire l'accesso alla zona sottostante la demolizione (mediante tavolato ligneo o d'altro idoneo materiale) ed allestire, in corrispondenza dei luoghi di transito o stazionamento, le doverose protezioni e barriere parasassi (mantovane) disposte a protezione contro la caduta di materiali minuti dall'alto. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico del materiale di demolizione per le operazioni di carico e trasporto dovrà essere consentito soltanto dopo che sarà sospeso lo scarico dall'alto. Preliminarmente all'asportazione ovvero smontaggio di elementi da ricollocare *in situ* sarà indicato il loro preventivo rilevamento, classificazione e posizionamento di segnali atti a facilitare la fedele ricollocazione dei manufatti.

Questo tipo di procedura dovrà essere strettamente limitata e circoscritta alle zone ed alle dimensioni prescritte negli elaborati di progetto. Nel caso in cui, anche per l'eventuale mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero asportate altre parti od oltrepassati i confini fissati, si dovrà provvedere al ripristino delle porzioni indebitamente demolite seguendo scrupolosamente le prescrizioni enunciate negli articoli specifici.

Tutti i materiali riutilizzabili (mattoni, piastrelle, tegole, travi, travicelli ecc.) dovranno essere opportunamente calati a terra, scalcinati, puliti (utilizzando tecniche indicate dalla D.L.), ordinati e custoditi, nei luoghi di deposito che saranno segnati negli elaborati di progetto (in ogni caso dovrà essere un luogo pulito, asciutto, coperto eventualmente con teli di pvc e ben ventilato; sarà, inoltre, consigliabile non far appoggiare i materiali di recupero direttamente al contatto con il terreno interponendovi apposite pedane lignee o cavalletti metallici), usando cautele per non danneggiarli, sia nelle operazioni di pulitura, sia in quelle di trasporto e deposito. Detti materiali, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, resteranno tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni dovranno sempre essere trasportati (dall'appaltatore) fuori dal cantiere, in depositi indicati ovvero alle pubbliche discariche nel rispetto delle norme in materia di smaltimento delle macerie, di tutela dell'ambiente e di eventuale recupero e riciclaggio dei materiali stessi.

Per demolizioni di notevole estensione sarà obbligo dell'appaltatore predisporre un adeguato programma nel quale verrà riportato l'ordine delle varie operazioni.

Qualsiasi demolizione o rimozione dovrà avvenire con la cautela necessaria per non creare vibrazioni che possano influire sulla tenuta degli apparati decorativi. E' da considerarsi interdetto, se non dietro specifica richiesta della D.L., l'uso di martelli demolitori o pneumatici.

Qualsiasi demolizione potrà essere effettuata solo ed esclusivamente dopo che saranno state montate le protezioni agli apparati decorativi specificate negli elaborati di progetto e solo dopo che i conservatori-restauratori abbiano accertato lo stato di conservazione di dipinti e pavimenti.

Art. IV.23.2 - Indagini preliminari (accertamento sulle caratteristiche costruttive-strutturali) e protezione degli apparati decorativi

Prima di iniziare qualsiasi procedura di demolizione e/o rimozione e, più in generale, qualsiasi procedura conservativa e non (specialmente su manufatti di particolare pregio storico-artistico e architettonico) potrebbe essere opportuno operare una serie di indagini diagnostiche preventive finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione di dati inerenti la reale natura del materiale e il relativo stato di conservazione. Tali dati potrebbero risultare utili al fine di poter ricostruire le stratigrafie murarie così da procedere in maniera corretta e attenta. Sarà compito della D.L. indicare se eventualmente procedere a tali indagini.

In qualunque caso, le demolizioni o rimozioni potranno essere iniziate solo dopo avere realizzato, secondo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto e le indicazioni della D.L., le protezioni alle decorazioni presenti negli ambienti oggetto di intervento e negli ambienti dove è previsto passaggio e scarriola tura.

Si tratta di tre tipi di protezione: la prima, consistente nella messa in opera, nella parte sommitale delle pareti decorate, di una tavoletta lignea con funzione di mantovana e del relativo tessuto non tessuto che verrà steso lungo la parete e tesato in modo da non sfiorare la pellicola pittorica; la seconda riguarda i pavimenti ed è atta a impedire che il passaggio continuo di persone e carriole piuttosto che l'accantonamento di materiale a terra possano provocare danni alle pavimentazioni; in nessun caso le operazioni di demolizione, come anche quelle di cantierizzazione e costruzione delle opere provvisorie, dovranno iniziare prima di aver apposto questo tipo di protezione ai pavimenti; la terza protezione è necessaria laddove si preveda la demolizione di un solaio o di una copertura ed è necessaria per impedire che frammenti o pezzi possano sbattere o strusciare lungo le pareti decorate, danneggiandole.

Art. IV.23.3 - Demolizione di strutture murarie

La demolizione delle murature, di qualsiasi genere esse siano, dovrà essere preceduta da opportuni saggi per verificare la tipologia ed il reale stato di conservazione. Gli operatori addetti alla procedura dovranno lavorare su ponti di servizio indipendenti dal manufatto in demolizione: non si potrà intervenire sopra l'elemento da demolire se non per altezze di possibile caduta inferiore ai 2 m. Nel caso di demolizioni di murature soprastanti il perimetro di solai o strutture a sbalzo sarà indispensabile attuare ogni cautela al fine di non innescare, di conseguenza alla diminuzione del grado d'incastro, eventuali cedimenti od improvvise cadute delle strutture (anche sotto carichi limitati o per solo peso proprio). Particolare attenzione dovrà essere fatta in presenza di tiranti annegati nella muratura oggetto di intervento; una loro involontaria rottura, o quantomeno lesione, potrebbe innescare fenomeni di dissesto non previsti in fase di progetto pertanto, in presenza di tali dispositivi, sarà opportuno operare con la massima cautela liberando perimetralmente la catena e proteggendola da eventuali cadute di materiali che potrebbero compromettere il suo tiraggio.

Art. IV.23.4 - Strutture portanti e/o collaboranti

Previa esecuzione di tutte le procedure preliminari (saggi, puntellamenti, opere di contraffortatura ecc.) al fine di individuare esattamente tutti gli elementi che saranno direttamente od indirettamente sostenuti dalle strutture portanti o collaboranti oggetto d'intervento (al fine di eludere crolli improvvisi e/o accidentali), la demolizione di setti murari portanti in mattoni pieni, in pietra o misti dovrà procedere dall'alto verso il basso per successivi cantieri orizzontali di estensione limitata (così da controllare l'avanzare dei lavori e le loro eventuali conseguenze nelle zone limitrofe); di norma i blocchi non dovrebbero superare i quattro mattoni od analoga dimensione, quando si tratta di pietre od altro materiale (circa 10-15 kg), così da consentire la rimozione e la manovrabilità diretta da parte del singolo operatore. La rimozione sarà preferibilmente eseguita manualmente con l'ausilio di mazzetta e scalpello (ovvero punta o raschino) oppure, se l'apparecchio presenta elevata compattezza, con scalpello meccanico leggero; solo in casi particolari e sempre sotto prescrizione della D.L. si potrà utilizzare il piccone, mentre dovrà essere bandito l'uso di strumenti a leva o di martelli demolitori.

Art. IV.23.5 - Demolizioni di strutture a telaio in c.a.

Nel caso di demolizione parziale di strutture a telaio in c.a. dovranno essere precedentemente rimosse completamente le eventuali tramezzature e tamponature al fine di evitare la possibilità di crollo spontaneo d'elementi scarsamente collegati; inoltre una volta liberata la struttura portante dalle tamponature sarà più facilmente valutabile la scelta dei punti da cui iniziare la demolizione. Durante la demolizione (che avverrà con l'ausilio di piccoli martelli pneumatici), in special modo di travi, si renderà necessario il controllo ripetuto della direzione delle armature che, se posizionate in maniera errata rispetto alla collocazione teorica, potranno indicare le reali sezioni di minor resistenza.

Art. IV.23.6 - Smontaggio di strutture orizzontali

La demolizione delle strutture orizzontali dovrà essere eseguita mediante la realizzazione di ponti di lavoro e d'opere di protezione (teli, pannelli rigidi ecc.) per evitare, sia la caduta di materiale, sia quella degli addetti ai lavori; procedendo con ordine si provvederà a rimuovere tutte le eventuali travature, cornici, profilati ecc.

La preparazione delle puntellature, necessarie per sostenere le parti che dovranno restare in opera, dovrà essere eseguita con particolare cura, così come tutti gli accorgimenti finalizzati al non deterioramento dei materiali riutilizzabili, come, ad esempio, la chiusura accurata dei fori delle vecchie imposte, non idonee per la nuova struttura; si dovrà, inoltre, porre attenzione ad effettuare lo scarico immediato dei materiali di risulta evitando qualsiasi accumulo o caduta di materiali sugli orizzontamenti sottostanti. In presenza di tiranti annegati nelle solette delle strutture orizzontali si seguiranno le disposizioni prescritte nell'articolo sulla demolizione di strutture murarie.

Art. IV.23.7 - Manti e strutture di copertura

Lo smontaggio della copertura procederà, quando sarà possibile, dall'intradosso: contrariamente gli addetti dovranno lavorare su appositi tavolati di ripartizione posti sull'orditura principale, mai su quella secondaria. Allorché l'altezza di possibili cadute sul piano sottostante superi i 2 m si dovrà, necessariamente, predisporre un sotto piano di lavoro; qualora non sia possibile mettere in opera detto sottopalco sarà obbligo munirsi d'apposite cinture di sicurezza. Lo smontaggio e la scomposizione della carpenteria principale (arcarecci, terzere, puntoni, capriate ecc.) qualunque sia il materiale legno, ferro o c.a., seguirà la procedura inversa a quella della messa in opera, ovverosia prima si smonteranno a mano le canne fumarie ed i comignoli, poi il manto di copertura (le tegole saranno asportate a sezione, simmetricamente da una parte e dall'altra, procedendo dal colmo verso le gronde avendo cura di non rompere o danneggiare i singoli pezzi), il sottofondo e lo scempiato di mezzane od il tavolato ligneo, in seguito si passerà a sfilare l'orditura minuta e/o media (travicelli, correnti, morali, palombelli, mezzanelle ecc.) e, per ultimo, quella principale che dovrà essere imbracata e calata a terra mediante idonei dispositivi (gru, paranchi, montacarichi ecc.). Particolare attenzione si dovrà avere in presenza di eventuali connessioni (chiodature, cavigli, gattelli lignei, piastrelle metalliche di ancoraggio ecc.) presenti tra le varie orditure o tra gli elementi della medesima orditura od ancora tra l'orditura principale e la muratura d'imposta. Il loro smontaggio richiederà, infatti, particolari cautele e l'adozione d'idonei strumenti al fine di evitare ulteriori degradi delle strutture lignee o delle murature (ad es. per sfilare i chiodi dalle assi di un tavolato si potrà tranciare le teste e segare i gambi o, in alternativa, esercitare una trazione sull'elemento da rimuovere, in corrispondenza della giunzione, sfruttando il principio della leva ed utilizzando a tale scopo strumenti quali tenaglie, scalpelli ecc. avendo cura di non danneggiare, né la tavola dell'assito da rimuovere, né il travicello cui sarà ancorata).

Lo smontaggio di carpenteria lignea complessa (ad es. le capriate) oppure quello inerente gli elementi di finitura intradossale dovrà essere, necessariamente, preceduto da un preciso rilievo degli elementi costitutivi e delle reciproche connessioni oltre che, naturalmente, dalla loro numerazione e catalogazione.

Nel caso di smontaggio di cornicioni di gronda a sbalzo, siano questi ancorati all'ultimo solaio o, più frequentemente, trattenuti dal peso del coperto sarà opportuno attenersi a quanto prescritto all'articolo specifico riguardante le strutture in oggetto.

Art. IV.24 - Rimozione della macroflora patogena

Appartengono alla macroflora tutti quegli organismi microscopicamente visibili (muschi, licheni, vegetazione superiore ovvero vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea ecc.) il cui sviluppo, sulle superfici lapidee, è favorito dalla presenza di dissesti dell'apparecchio come lesioni, cavità, interstizi ecc., all'interno dei quali si può accumulare dell'humus (formato da depositi composti da particellato atmosferico e da organismi morti), sul quale i depositi di spore trasportate dal vento agevolano la riproduzione di muschi e licheni; i licheni creano fenomeni di copertura, fratturazione, decoesione e corrosione; i muschi coprono la superficie e, penetrati in profondità, svolgono un'azione meccanica di disaggregazione. La comparsa di muschi e licheni implica la presenza di un elevato tasso d'umidità e ne incrementa ulteriormente la persistenza agevolando l'accumulo e il ristagno delle acque. Per quanto concerne la vegetazione superiore l'azione distruttiva operata dalle radici radicatesi all'interno delle discontinuità può comportare dei danni meccanici che portano, in molti casi, alla caduta del materiale.

Art. IV.24.1 - Generalità

Prima di procedere con le operazioni diserbanti, in special modo quelle indirizzate alle piante infestanti, è opportuno:

- identificare il tipo di vegetazione (erbacea o arbustiva) e la specie di pianta, così da poter capire quanto profonde e resistenti potranno essere le loro radici;
- prevedere i danni che le operazioni meccaniche di asportazione delle radici e dei semi penetrati in profondità potrebbero recare alla struttura muraria;
- definire la reale possibilità d'intervento sulle diverse specie presenti e soprattutto accertare se esistono le circostanze per cui poter operare su tutta la superficie invasa.

Nel caso si decida di ricorrere all'utilizzo di biocidi, la scelta dovrà essere fatta in riferimento al compito specifico che dovranno assolvere; in base a questo si distingueranno in:

- prodotti indicati per estirpare piante a foglia larga e prodotti per piante a foglia stretta;
- prodotti da assorbimento fogliare e prodotti da assorbimento radicale;

- prodotti circoscritti contro la vegetazione erbacea e prodotti arbusticidi;
- prodotti come erbicidi “di contatto” (agiscono sugli apparati vegetativi delle specie già sviluppate) ed erbicidi “residuali” (penetrano anche nel terreno garantendo un’azione prolungata nel tempo).

I biocidi impegnati dovranno, inoltre, indipendentemente dal tipo selezionato, presentare le seguenti caratteristiche:

- essere incolori o trasparenti con principi attivi poco solubili in acqua;
- presentare un basso grado di tossicità;
- essere degradabili nel tempo;
- non provocare azione fisica o chimica nei riguardi delle strutture murarie;
- non persistere dopo l’applicazione sulla superficie trattata lasciando residui di inerti stabili (per questo si dovranno evitare sostanze oleose o colorate).

Indipendentemente dal tipo di prodotto chimico selezionato l’applicazione potrà avvenire per:

- irrorazione sulla vegetazione, previa diluizione (normalmente 0,1-1%) del biocida in acqua. Si può applicare sia su piante erbacee sia su arboree; l’irrorazione avverrà utilizzando annaffiatori dotati di pompe manuali (da evitare pompe a pressione) o più specifici nebulizzatori;
- iniezioni di soluzioni acquose di biocidi (diluizione 1:10) direttamente nei canali conduttori della pianta; tecnica che si attua previo taglio della pianta all’altezza del colletto radicale, particolarmente adatta per piante lignificate di una certa consistenza. L’iniezione eviterà la dispersione della soluzione al di fuori dell’area del trattamento evitando in questo modo possibili fenomeni d’interferenza con il materiale lapideo;
- impacchi applicati al colletto della radice appena tagliato, particolarmente indicati contro le piante lignificate e realizzati con argille impregnate di biocida.

L’uso dei biocidi dovrà essere fatto con la massima attenzione e cautela da parte dell’operatore che, durante l’applicazione, dovrà ricorrere ai dispositivi di protezione personale, come guanti ed occhiali, ed osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relative all’utilizzo di prodotti chimici tossici.

Art. IV.24.2 - Specifiche sui materiali

ERBICIDI

Il controllo dello sviluppo della vegetazione infestante superiore potrà essere assicurato solo utilizzando prodotti che intervengano sulla fotosintesi; tali composti potranno, talvolta, essere indicati anche per la soppressione di certi tipi di alghe. Per la rimozione di vegetazione inferiore e superiore su apparecchi murari, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, dovranno essere preferiti erbicidi non selettivi (ovvero che impediscano qualsiasi sviluppo vegetale) a base nitro-organica.

Solfato di ammonio è impiegato per il trattamento puntuale delle radici degli alberi così da trattenerne lo sviluppo.

Fluometuron da impiegare contro muschi e licheni in soluzioni acquose al 2%.

Simazina prodotto antigermitivo di preemergenza da utilizzare per impedire la crescita di vegetazione superiore, licheni e muschi, presenta una azione preventiva che copre circa 1-2 anni. Da utilizzare preferibilmente in area archeologica.

Picloram erbicida non selettivo da impiegare per il controllo della vegetazione, dovrà, pertanto, essere impiegato con estrema cautela e solo dietro specifiche indicazioni della DL e degli organi di tutela del bene oggetto di trattamento.

Glyphosato diserbante sistematico da utilizzare per sopprimere licheni e piante superiori in soluzioni acquose al 2%. È l’unica molecola in grado di devitalizzare alla radice infestanti come gramigna e rovo. Dovrà essere applicato nel momento di massimo rigoglio vegetativo. Non presenterà, una volta terminato il trattamento, composti residui.

Art. IV.24.3 - Diserbo da piante superiori

Lo scopo della pulitura sarà di asportare, dai materiali lapidei, vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea. L’asportazione dovrà essere preferibilmente eseguita nel periodo invernale e potrà essere fatta sia meccanicamente, mediante il taglio a raso con l’ausilio di mezzi a bassa emissione di vibrazioni (seghe elettriche,

seghe manuali, forbici, asce, accette ecc.), sia ricorrendo all'uso di disinfestanti liquidi selezionati seguendo le indicazioni riportate nell'articolo sulle generalità. Le due operazioni potranno coesistere nei casi in cui l'asportazione meccanica non risulterà risolutiva. Si potrà ricorrere all'uso dei biocidi quando l'asportazione diretta delle piante (vive e con radice profonde) risulterà eccessivamente lesiva per il substrato e in situazioni d'abbandono prolungato dove le piante crescono, solitamente, rigogliose.

L'uso dei biocidi non dovrà essere fatto nei periodi di pioggia, di forte vento o eccessivo surriscaldamento delle superfici allo scopo di evitare la dispersione o l'asportazione stessa del prodotto. Tra i biocidi indicati per estirpare organismi macrovegetali ci sono anche i composti neutri della triazina, a bassa solubilità in acqua, e i derivati dell'urea che, presentando una scarsissima mobilità nel terreno, consentono di ridurre i pericoli d'inquinamento delle aree limitrofe circoscrivendo l'intervento alle sole zone interessate: la clorotriazina (per assorbimento radicale) risulterà efficace per applicazioni al suolo, su piante a foglia larga e a foglia stretta, la metossitriazina potrà essere utilizzata anche sulle murature.

La verifica dell'efficacia dei biocidi, indispensabile per procedere all'estirpazione della radice, avverrà dopo 30-60 giorni dalla loro applicazione. L'applicazione del prodotto sulla vegetazione potrà essere realizzata seguendo le metodologie (irrorazione, iniezione ed impacco) che la DL riterrà più consone al caso specifico. L'operazione terminerà con un accurato lavaggio delle superfici con acqua pulita a pressione moderata, così da garantire l'eliminazione di ogni traccia residua di biocida.

Art. IV.24.4 - Disinfestazione da muschi e licheni

Muschi e licheni crescono su substrati argillosi depositatisi sulle pietre e su queste si manifestano tramite delle escrescenze più o meno aderenti e spesse; la loro asportazione potrà essere, sia meccanica (che difficilmente risulterà completamente risolutiva) mediante l'ausilio di spazzole rigide, bisturi, spatole ecc. facendo attenzione a non intaccare la superficie, sia con biocidi.

Se i licheni risulteranno molto spessi e tenaci la rimozione meccanica sarà preceduta dall'applicazione sulla superficie di una soluzione di ammoniaca diluita in acqua al 5% al fine di ammorbidire la patologia e facilitarne l'asportazione. L'uso dei biocidi potrà essere in alternativa o in correlazione alla rimozione meccanica, utilizzandoli sia nello specifico della patologia da rimuovere sia a vasto raggio d'azione; l'applicazione potrà essere fatta a spruzzo, a pennello o ad impacco in relazione alle caratteristiche del prodotto prescelto.

Un'efficace risoluzione per l'asportazione di muschi e licheni prevederà l'utilizzo di biocidi ad azione immediata quali: acqua ossigenata 120 volumi (l'operazione dovrà essere ripetuta a distanza di 24 ore fino alla totale "bruciatura" degli organismi vegetali), formaldeide in soluzione acquosa 0,1-1% ed ossido di etilene (ETO) al 10% in miscela gassosa di aria ed anidride carbonica; trascorso un tempo variabile tra i 5-15 giorni dall'ultimo trattamento biocida si procederà all'asportazione delle patine biologiche e depositi humiferi (i quali si manifesteranno fragili, ingialliti, secchi e/o polverulenti) mediante spazzolatura con spazzole di saggina.

Inoltre, nello specifico, possiamo ricorrere a biocidi come i lichenicidi, che comprendono i sali di ammonio quaternario e gli enzimi proteolitici; questi biocidi sono solubili in acqua e si applicano in soluzioni acquose debolmente concentrate (1-3%). Dopo l'applicazione del biocida, si dovrà eseguire un ripetuto lavaggio della superficie con acqua pulita e, con l'eventuale utilizzo d'idropulitrice (regolando la pressione in relazione alla consistenza del supporto) così da garantire la rimozione completa del prodotto. L'uso del biocida dovrà implicare tutte le precauzioni illustrate sia nell'articolo sulle generalità sia in quello inerente il diserbo da piante superiori.

Art. IV.25 - Rimozione della microflora patogena

La microflora è costituita da batteri, funghi, alghe e cianobatteri; il loro sviluppo è favorito da condizioni al contorno caratterizzate da elevata umidità relativa e/o dalla presenza di acqua ristagnante all'interno del materiale lapideo condizioni aggravate, in molti casi, anche da una limitata circolazione d'aria. Questi microrganismi possono indurre sulla superficie un degrado di natura meccanica e/o chimica; i funghi possono, infatti, rivelarsi nocivi penetrando, con le appendici filiformi, all'interno delle fessure presenti nel manufatto, sollecitando meccanicamente la struttura, incrementando la decoesione del materiale; le alghe, invece, provocano sulla superficie un'azione meccanica corrosiva agevolando l'impianto d'ulteriori micro e macroorganismi. La loro presenza sulle superfici lapidee si manifesta tramite macchie, efflorescenze di sali solubili e patine di ossalati, patologie che, inevitabilmente, ne alterano l'aspetto estetico. È opportuno ricordare che, l'asportazione della

microflora non potrà essere considerata definitiva se, preventivamente, non sono state eliminate le cause al contorno che ne favoriscono la crescita.

Art. IV.26 – Stuccatura, integrazione dei materiali lapidei.

Con il termine “materiale lapideo” dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

Art. IV.26.1 - Generalità

Prima di mettere in pratica i protocolli di stuccatura, integrazione ed aggiunte sui materiali lapidei sarà opportuno seguire delle operazioni preliminari indirizzate alla conoscenza del materiale oggetto di intervento (pietra arenaria, calcarea, travertini, tufi ecc.). L'adesione tra la superficie originale e quella d'apporto sarà in funzione della scrupolosa preparazione del supporto, operazione alla quale si dovrà porre molta attenzione dal momento che si rileverà fondamentale per assicurare l'efficacia e la durabilità dell'intervento di “stuccatura-integrazione”. Le modalità con cui si eseguiranno questo tipo di operazioni saranno correlate alle caratteristiche morfologiche del materiale da integrare (pietra, laterizio, intonaco ecc.) e alla percentuale delle lesioni, oltre che dalla loro profondità ed estensione.

Verifiche preliminari

Prima di eseguire qualsiasi operazione sarà necessario procedere alla verifica del quadro fessurativo così da identificare eventuali lesioni “dinamiche” (che potranno essere dovute a svariati motivi tra i quali assestamenti strutturali non ancora terminati, dilatazioni termiche interne al materiale o fra materiali diversi ecc.); in tal caso non si potrà procedere semplicemente alla stuccatura della fessurazione ma si dovranno identificare e risolvere le cause a monte che hanno procurato tale dissesto. L'intervento di stuccatura ed integrazione sarà lecito solo su fessurazioni oramai stabilizzate (lesione statica).

Asportazione di parti non compatibili

Si procederà, seguendo le indicazioni della D.L., all'ablazione puntuale tramite scopini (di saggina), spatole, cazzuolini, mazzetta e scalpello di piccole dimensioni, martelline, vibroincisori ecc., di tutte le parti non compatibili con il supporto (legno, ferro, malte erose o gravemente degradate ecc.), ovvero stuccature od integrazioni realizzate con malte troppo crude (cementizie) in grado di creare col tempo stress meccanici. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura evitando accuratamente di non intaccare il manufatto originale.

Art. IV.26.2 - Risarcimento-stillatura giunti di malta

L'intervento prevedrà l'integrazione delle porzioni di malta mancanti e sarà eseguito mediante impasti a base di calce con i requisiti di resistenza simili a quelli del materiale originale e con caratteristiche fisiche (tessitura, grana, colore ecc.) simili. Lo scopo della rabboccatura sarà quello di preservare le cortine murarie da possibili fenomeni di degradazione e di restituire continuità alla tessitura, al fine di evitare infiltrazioni od attacchi di vegetazione infestante, accrescendone le proprietà statiche. L'operazione di stillatura dovrà essere evitata (previa rimozione) su manufatti saturi di sali, in particolare in presenza di estese efflorescenze saline, ovvero di muffe, polveri o parti non solidali che potrebbero impedire la solidificazione della malta tra gli elementi.

Previo esecuzione delle verifiche e delle operazioni preliminari (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) la procedura prevedrà l'abbondante bagnatura con acqua pulita (specialmente se il substrato è particolarmente poroso) del giunto, così da garantire alla malta originale ed alle superfici limitrofe l'utile saturazione, basilare per evitare che si verifichi l'assorbimento del liquido dalla nuova malta compromettendone la presa. Una volta inumidito il giunto si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati successivi secondo la profondità e la lunghezza della lacuna da riempire.

Per l'impasto si potranno utilizzare appositi formulati costituiti da grassello di calce, pozzolana e sabbie od altri aggregati minerali di granulometria nota. In aggiunta alla sabbia si potranno utilizzare altre cariche quali pozzolana o cocciopesto (coccio macinato disidratato ricavato dalla frantumazione d'argilla cotta a basse temperature); in ogni caso il rapporto legante inerte sarà sempre di 1:2.

Questo strato di “fondo” si effettuerà utilizzando cazzuolino, cucchiaretto o una piccola spatola metallica facendo attenzione a non “sporcare” le superfici non interessate. A questo scopo sarà conveniente proteggere,

preventivamente, con idonea pellicola protettiva (ad es. nastro di carta adesivo) o con teli di nylon, sia le superfici lapidee o laterizie dei conci che delimitano il giunto d'allettamento, sia gli eventuali serramenti od elementi ornamentali prossimi alla zona d'intervento.

Per la stilatura di finitura si potrà utilizzare un impasto a base di grassello di calce; la carica dell'impasto potrà essere di pietra macinata, sabbia di fiume fine (granulometria 0,5-0,8 mm) o, in caso di apparecchio in laterizi, polvere di cotto macinato: rapporto tra legante-inerte di 1:3. La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campione, e dalla risoluzione cromatica che si vorrà ottenere in sintonia o in difformità con le malte esistenti.

Dopo un periodo di tempo sufficiente a consentire un primo indurimento dell'impasto si provvederà a "stringere" la malta mediante una leggera pressione della mano o della punta della cazzuola, così da compattarla e renderla più solida. Questa operazione andrà ripetuta dopo circa 5-6 ore d'estate e dopo 24 ore d'inverno nell'arco di mezza giornata fino a che il giunto apparirà coeso e senza cretti.

Se gli elaborati di progetto richiederanno un giunto con finitura scabra si potrà intervenire sulla malta della stillatura (appena questa abbia "tirato" ma sia ancora modellabile) "segnandola" con spazzola di saggina o tamponandola con tela di Juta ruvida. Si ricorda che la spazzola non dovrà essere strofinata sulla superficie, ma battuta leggermente, altrimenti si rischierà di danneggiare la rabboccatura. Saranno da evitare spazzole di ferro in quanto si potrebbero danneggiare il giunto ed i supporti limitrofi.

Specifiche

Poiché il progetto prevede una risarcitura "mimetica" si dovrà porre particolare attenzione nell'individuazione della composizione e colorazione specifica della malta che dovrà accordarsi, mediante la cromia dell'impasto e la granulometria degli aggregati, una volta applicata ed essiccata, alla granulometria delle malte di supporto, considerando le diverse gradazioni cromatiche e caratteristiche tessiturali presenti nell'apparecchio murario dovute al diverso orientamento, esposizione agli agenti atmosferici ed alla presenza di materiali diversi.

Trattamento finale

L'operazione di stuccatura si completa con spugna ed acqua deionizzata per eliminare i segni della spazzola, far risaltare le dimensioni e la cromia dell'aggregato e per togliere le eventuali cariche distaccate che potrebbero conferire al giunto asciutto un aspetto polverulento.

Art. IV.26.3 - Integrazione di porzioni murarie

L'operazione di integrazione di porzioni di murature potrà rendersi necessaria in situazioni dove l'apparecchio murario risulti particolarmente degradato o lacunoso di elementi componenti tanto da rendere la struttura muraria a rischio di conservazione. Le integrazioni potranno riguardare murature o strutture murarie incomplete, interrotte o da consolidare (in questo caso si parla di operazione di "scuci e cucì"), che in ogni caso porranno problemi di connessione con le porzioni preesistenti.

In linea di massima la procedura si identificherà come un vero e proprio intervento costruttivo che, confrontandosi con il manufatto preesistente dovrà valutare di volta in volta le relazioni tra le parti ovvero, la messa in opera di elementi analoghi o meno per forma, dimensione, tecnica di lavorazione e posa in opera rispetto a quelli "originali" (o meglio preesistenti). Tutto questo non dipenderà esclusivamente da ragioni di tipo tecnico-costruttivo ma, piuttosto, da precisi intenti progettuali, primo dei quali il rispetto o meno verso l'autenticità, la riconoscibilità e la distinguibilità dell'intervento ex novo.

I fattori che potranno indirizzare le scelte di progetto saranno principalmente i materiali, le forme, le dimensioni e le lavorazioni degli elementi scelti per l'integrazione, i tipi di apparecchiatura e le tipologie di posa in opera; le casistiche possibili saranno svariate, le più ricorrenti possono essere individuate in:

- integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione, tipo di lavorazione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente e con lo stesso tipo di apparecchiatura (integrazione mimetica);
- integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione, tipo di lavorazione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente ma apparecchiati in modo differente rispetto a quelli dei tratti limitrofi;

- integrazione con elementi di materiale uguale a quelli dell'apparecchio preesistente ma con forma, dimensione, tipo di lavorazione differenti rispetto a quelli dei tratti limitrofi e posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle delle porzioni confinanti;
- integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente, ma diversi per il tipo di lavorazione e posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;
- integrazione con elementi di forma, dimensione, tipo di lavorazione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente ma di materiale diverso (di norma più resistente o di colore differente) posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;
- integrazione eseguita con elementi di dimensione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente ma di materiale diverso e di forma opposta a quella preesistente.

In linea generale la procedura operativa di integrazione dovrà seguire le fasi sotto elencate.

Operazioni preliminari

Accurato rilievo in scala adeguata (minimo 1:25) dello stato di fatto dell'apparecchio murario con tecnica e strumentazione indicata dalla D.L., se non diversamente specificato si eseguirà un rilievo fotogrammetrico, analitico o digitale esteso non soltanto, alla porzione della muratura da integrare ma a tutta la sezione oggetto di integrazione. Se non diversamente specificato dalla D.L. si procederà, inoltre, alla redazione di rilievo in scala 1:1 delle sole porzioni di murature da integrare. Le informazioni ricavate dalla suddetta analisi dovranno servire a definire la qualità, le forme e i modi di posa in opera dei nuovi elementi. Questi elaborati costituiranno la base per la "progettazione" dell'integrazione, sarà, pertanto, utile elaborare delle simulazioni con diverse soluzioni progettuali al fine di verificare meglio le scelte operate.

Nel caso in cui le operazioni di rilievo manuale e/o strumentale non fossero sufficienti ad apprendere tutti i dati necessari (specialmente informazioni riguardanti le sezioni interne dell'organismo murario) potranno essere eseguiti eventuali accertamenti diagnostici (indagini endoscopiche, termografiche ecc.) specifici da scegliersi in accordo con la D.L.

Previa messa in sicurezza della struttura con idonee opere provvisorie, sarà possibile procedere alla rimozione degli elementi particolarmente sconnessi e/o decoesi. La rimozione dovrà avvenire per cantieri successivi di limitata entità dall'alto verso il basso così da non arrecare ulteriore stress all'organismo murario. Successivamente a questa fase di rimozione sarà necessario operare una pulitura generalizzata dei piani di appoggio e di connessione dei nuovi conci. La pulitura, se non diversamente specificato, avverrà mediante strumenti meccanici (quali ad es. spazzole, scopinetti eventuali piccoli aspiratori) o eventualmente blande puliture ad acqua facendo attenzione a non arrecare danno ai materiali preesistenti (per ulteriori specifiche inerenti le metodologie di pulitura si rimanda a quanto detto negli articoli specifici).

Messa in opera dei nuovi elementi

La vera messa in opera degli elementi dovrà essere preceduta dalla "presentazione", ovvero la sistemazione provvisoria degli elementi nuovi nella sede prevista, al fine di verificare l'accettabilità della loro forma e l'effettiva realizzabilità dell'intervento, oppure dalla "presentazione" di un campione tipo di integrazione (ad es. nel caso di integrazione di apparecchio in opus reticulatum con un altrettanto opus reticulatum ma convesso e realizzato in malta). Per agevolare l'operazione di "presentazione" del primo caso si potrà far uso di zeppe o liste di legno per appoggiare provvisoriamente gli elementi nella loro sede.

Nel caso di integrazioni murarie con nuovi elementi lapidei la messa in opera degli stessi avverrà previa preparazione dei letti con malta di calce preferibilmente simile per composizione a quella presente in situ, eventualmente additivata per migliorarne l'aderenza o diminuirne il ritiro. Dietro specifica indicazione della D.L. si provvederà all'inserimento di eventuali perni (ad es. barre filettate) o zanche in acciaio inox al fine di migliorare la connessione tra i nuovi elementi.

Dopo la messa in opera degli elementi di integrazione, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stillatura dei giunti soprattutto in prossimità dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare, proprio in questi punti delicati, discontinuità strutturali.

Art. IV.26.4 - Rincocciatura di murature

La rincocciatura è un'operazione che interessa la ricostruzione di mancanze o lacune murarie (generate ad esempio da crolli o distruzioni), nella massa e nel volume, tramite l'inserimento di nuovi materiali compatibili con quelli presenti allo scopo di ripristinare la continuità della parete. Potrà limitarsi al paramento esterno od interessare la muratura, per tutto il suo spessore; questo ultimo caso si differenzia dall'integrazione muraria poiché coinvolge porzioni limitate di muratura e, dallo scuci e cuci perché non prevede la rimozione delle parti di muratura degradate.

L'operazione di rincocciatura si renderà necessaria, inoltre, per evitare il progredire e/o l'insorgenza dei fenomeni di degrado (infiltrazioni d'acque meteoriche, di radici infestanti ecc.) che potranno attecchire all'interno della lacuna. Il compito strutturale dell'intervento potrà essere più o meno incisivo secondo i singoli casi; se la rincocciatura dovrà assolvere un ruolo di sostegno i materiali utilizzati dovranno avere delle caratteristiche di resistenza meccanica a compressione tale da garantire la stabilità della struttura (sarà opportuno a tale riguardo ricorrere a materiali compatibili e similari, per natura e dimensioni, a quelli originali), se invece si tratterà di colmare un vuoto si potranno utilizzare materiali come: frammenti di mattone, scaglie di pietra ecc.

Se richiesto dalle specifiche di progetto, nei casi di strutture a rischio di crollo, prima di procedere con l'intervento, si dovranno mettere in opera dei sostegni provvisori circoscritti alla porzione che dovrà essere ripristinata; dalla cavità dovranno essere rimosse tutte le parti incoerenti o eccessivamente degradate tramite l'utilizzo di mezzi manuali (martelli o punte) facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni.

All'interno della lacuna, se indicato dagli elaborati di progetto, potranno essere realizzate delle forature per l'inserimento di perni e connettori necessari per facilitare e, allo stesso tempo, garantire l'efficace ancoraggio dei nuovi elementi (per maggiori delucidazioni sulla tipologia dei perni si rimanda agli articoli inerenti: stuccatura elementi in laterizio e fissaggio e riadesione elementi sconnessi e distaccati).

La cavità dovrà poi essere pulita ricorrendo a mezzi manuali come spazzole, raschietti o aspiratori in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua, l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate negli articoli inerenti la pulitura a base di acqua).

La posa in opera dei nuovi materiali dipenderà dal tipo di rincocciatura che s'intenderà realizzare (se limitata al paramento esterno oppure estesa in profondità) e dalla relativa tecnica utilizzata; in ogni modo sarà sempre buona norma ricorrere a materiali affini agli originali in modo da evitare l'insorgenza d'incompatibilità fisico-chimiche. La malta di connessione dovrà essere simile a quella presente sul paramento murario per rapporto legante-inerte e granulometria dell'inerte; se non diversamente specificato da progetto, si potrà ricorrere all'uso di una malta di calce (rapporto legante-inerte 1:3) così composta: 2 parti di calce aerea; 1 parte di calce idraulica; 9 parti di inerte (4 parti di ciacciopesto, 5 parti di sabbia vagliata). Dopo la messa in opera del materiale di risarcitura, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stilatura dei giunti soprattutto in prossimità dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare, proprio in questi punti delicati, discontinuità strutturali.

Se specificatamente indicato dagli elaborati di progetto l'intervento di rincocciatura, potrà essere denunciato realizzando la nuova porzione di muratura in leggero sottosquadro o soprasquadro, tenendo presente però che la non complanarità delle due superfici costituirà una zona facile da degradarsi.

Art. IV.26.5 - Tassellatura

L'intervento di tassellatura ha lo scopo di integrare mancanze generate da diversi fenomeni (rimozioni eseguite a causa di degrado avanzato, distacchi generati da azioni meccaniche ecc.) utilizzando materiali compatibili (meglio se di recupero) similari per consistenza e colore al supporto. L'operazione riguarderà in particolare, il ripristino di porzioni di paramenti decorativi quali: modanature, cornici, riquadrature di porte e finestre, fasce marcapiano ecc. Il tassello posto in opera dovrà riprodurre con esattezza la parte asportata o mancante; a sbozzatura avvenuta, previa pulitura della cavità, dovrà essere inserito ed adattato in modo da garantire la continuità superficiale tra la parte nuova e quella vecchia.

L'adesione di tasselli di piccole dimensioni potrà essere realizzata, oltre che con l'ausilio di resine epossidiche, con una malta di calce idraulica naturale NHL 5 additivata con emulsioni acriliche (per migliorare l'adesività) caricata con carbonato di calcio od altro aggregato di granulometria fine (ad es. cocchiopesto, pozzolana ecc.).

Nei casi, invece, in cui l'intervento presenti delle dimensioni considerevoli e il tassello risulti particolarmente aggettante si potrà ricorrere all'uso di sostegni interni come perni in acciaio inossidabile o zincato (□□ variabile da 4 a 10 mm) Fe B 44 K ad aderenza migliorata o barrette filettate in acciaio inossidabile AISI 316L (in caso di elementi non sottoposti a particolari sollecitazioni meccaniche si potrà ricorrere a barre in vetroresina), saldati con l'ausilio di resine epossidiche bicomponenti ed esenti da solventi; l'impasto, steso con l'ausilio di piccole spatole, dovrà presentare un grado di tissotropicità o fluidità idoneo alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo sul fissaggio ed adesione degli elementi sconnessi e distaccati).

Per tassellature in ambienti interni si potranno utilizzare, oltre alle resine epossidiche, anche le resine poliesteri. I fori d'inserimento dei perni, eseguiti con trapano a sola rotazione, potranno essere, secondo i casi specifici, passanti o ciechi; le fessure in corrispondenza dell'unione del tassello andranno stuccate con polvere dello stesso materiale, legato con resine sintetiche (acriliche o elastomeri fluorurati) o calce naturale.

Art. IV.26.6 - Malte da restauro

Malte da stuccatura o da ripristino (integrazioni, rappezzi ecc.) ovverosia impasti costituiti da un legante (calce aerea, calce idraulica naturale, cemento bianco) e da acqua, oppure da un legante, da acqua e da un inerte (sabbia, pietra macinata, polvere di marmo, cocchiopesto, pozzolana ecc.) in rapporto variabile, da 1:3 a 1:1, secondo le prescrizioni di progetto ovvero a seconda delle caratteristiche che si vogliono conferire alla malta (maggiore resistenza, maggiore lavorabilità). In linea generale le malte da utilizzare per le procedure di restauro dovranno essere confezionate in maniera analoga a quelle esistenti, per questo motivo saranno necessarie una serie di analisi fisico-chimiche, quantitative e qualitative sulle malte esistenti, in modo da calibrare in maniera ideale le composizioni dei nuovi agglomerati.

La malta dovrà presentarsi più o meno fluida a seconda dell'uso specifico e a seconda della natura dei materiali da collegare, in linea generale è buona norma che l'acqua utilizzata sia quella strettamente necessaria per ottenere un impasto omogeneo. L'impasto delle malte, eseguito con idonei mezzi meccanici o manualmente (da preferire per impasti di modesta quantità ma molto specifici) dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno essere ad ogni impasto misurati preferibilmente sia in peso che a volume. Nel caso in cui la malta preveda l'uso di grassello di calce, questo dovrà essere "stemperato" e ridotto in pasta omogenea prima di incorporarvi l'inerte; nel caso in cui si preveda un impasto con più leganti, sarà necessario impastare precedentemente i leganti tra loro e solo successivamente aggiungere gli aggregati, dando tra questi, la precedenza a quelli di granulometria più minuta.

La malta potrà essere eventualmente caricata da pigmenti o terre coloranti (massimo 5% di pigmenti minerali ricavati dalla macinazione di pietre o 10% di terre) e/o da additivi di vario genere (fluidificanti, aeranti ecc.). Nel caso in cui il pigmento dovesse essere costituito da pietra macinata o da polvere di cocchiopesto, questo potrà sostituire parzialmente o interamente l'inerte.

Se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto o dalla D.L. gli impasti impiegati in operazioni di restauro dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica sia con il supporto sia con le parti limitrofe. La compatibilità si manifesterà attraverso il coefficiente di dilatazione, la resistenza meccanica e lo stato fisico dell'impasto (granulometria inerte, tipologia di legante ecc.);
- presentare una resistenza minore degli elementi da collegare così da evitare un'eventuale disomogeneità che potrebbe essere la causa di fessurazioni nelle strutture;
- avere una consistenza tale da favorire l'applicazione;
- aderire alla struttura muraria senza produrre effetto di *slump* e legarsi opportunamente a questa durante la presa;

- essere sufficientemente resistente per far fronte all'erosione, agli inconvenienti di origine meccanica e agli agenti degradanti in genere;
- contenere il più possibile il rischio di cavillature (dovrà essere evitato l'utilizzo di malte troppo grasse);
- opporsi al passaggio dell'acqua, non realizzando un rivestimento di sbarramento completamente impermeabile, ma garantendo al supporto murario la necessaria traspirazione dall'interno all'esterno;
- presentare un aspetto superficiale uniforme in relazione alle tecniche di posa utilizzate.

Specifiche

Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro; i residui d'impasto che non avessero per qualche ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto.

Campi di impiego

Le malte da restauro, a seconda del loro impiego, potranno essere classificate in:

- 1) malte per restauro di apparecchi murari: ossia allettamento di elementi lapidei, stilatura e/o rabbocatura dei giunti, riempimento dei vuoti o di soluzioni di continuità dell'organismo murario, protezione delle creste dei muri;
- 2) malte per stuccature e sigillature: ossia impasti per il riempimento di lesioni, fratture, modeste mancanze;
- 3) malte per iniezione: ossia malte fluide caratterizzate da bassa viscosità applicabili a bassa pressione attraverso soluzioni di continuità o fori di modeste dimensioni con la finalità di riempire vuoti non superficiali o allo scopo di far aderire tra loro strati diversi.

Le malte da restauro dovranno essere conformi alle prescrizioni dettate dalle Raccomandazioni NorMaL 26/87 "Caratteristiche delle Malte da Restauro" e alle norme UNI 11088:2003, Beni Culturali – Malte storiche e da restauro. Caratterizzazione chimica di una malta. Determinazione del contenuto di aggregato siliceo e di specie solubili, UNI EN 11089:2003 Beni Culturali – Malte storiche e da restauro. Stima della composizione di alcune tipologie di malte; UNI EN 990:2004 "Specifiche per malte per opere murarie – parte 1: malte da intonaco e parte 2: malte da muratura.

Art. IV.27 – Consolidamenti.

Art. IV.27.1. Opere di presidio (puntelli, centinature e armature provvisionali)

La procedura di consolidamento provvisoria (puntellamento) dovrà, necessariamente, garantire condizioni provvisorie di sicurezza nei manufatti dissestati durante le procedure di consolidamento definitivo. I suddetti lavori di puntellamento dovranno, altresì, assolvere il duplice requisito di efficacia ed economia.

Le opere di presidio saranno eseguite, se non diversamente specificato dalla D.L., in pali di ferro (tubi "innocenti" uniti con giunti bullonati tropicalizzati) zincato.

Gli elementi verranno messi a contrasto con l'organismo murario da presidiare, cercando di evitare la formazione di punti singolari di forza, mediante una diffusione del carico della muratura o ad un'altra struttura muraria in migliori condizioni statiche, oppure all'esterno della struttura muraria sul terreno limitrofo. Nel primo caso si renderà necessario rafforzare le porzioni circostanti e sottostanti la zona puntellata (ad es. puntellando anche i vani sottostanti fino a quello cantinato ovvero murando i vani sottostanti a quello presidiato) così da evitare che il trasferimento dei carichi su una muratura, che potrebbe essere di per sé già non in perfette condizioni statiche, provochi in questa dissesti con eventuali ripercussioni a catena.

La struttura di contrasto a diretto contatto con l'apparecchio murario da sostenere con il puntellamento dovrà essere costituita, se non diversamente specificato dalla D.L., da un tavolato ligneo (se non diversamente specificato, di spessore 30-40 mm) in ragione della migliore adattabilità che questo materiale presenta ad una qualsiasi superficie; qualora la superficie da presidiare fosse particolarmente delicata ovvero decorata con pittura

ad affresco o con altra tecnica pittorica o presentasse superfici a mosaico sarà necessario anteporre al tavolato ligneo uno "spessore" di materiale soffice, quale ad esempio gommapiuma od altro materiale ritenuto idoneo dalla D.L.

I puntelli che svolgeranno un'azione di *sostegno* (per "resistere" a carichi verticali o spostamenti verticali che la struttura subisce a causa del dissesto come ad es. cedimenti di fondazione, rotture di architravi ecc.) di strutture orizzontali (solai, davanzali, travature ecc.) saranno costituiti da ritti verticali, elementi metallici a "T", ovvero i cosiddetti ritti di cantiere ("cristi") normalmente impiegati per sostenere la messa in opera di orizzontamenti piani. I puntelli di sostegno potranno anche essere costituiti da aste inclinate (ad es. per la messa in opera di fascio radiale per contrastare, in posizione di sostegno, i cedimenti e le deformazioni di volte e di archi) la cui inclinazione sarà variabile in ragione alla disponibilità di spazio, all'altezza, alla massa della parete ovvero dell'elemento da sostenere e allo sforzo cui sarà sottoposto. Prima di predisporre questo particolare presidio provvisorio si renderà indispensabile accertare la sola verticalità delle azioni deformative in quanto una puntellatura di solo sostegno, in presenza di moti traslatori di natura diversa, potrebbe arrecare essa stessa danni ulteriori alle strutture.

Nel caso in cui le strutture di presidio dovessero assolvere l'azione di *ritegno* di strutture verticali (per fronteggiare movimenti di traslazione orizzontale, in presenza o meno di rotazione quali, ad esempio, ribaltamento di pareti) potranno essere costituite da aste inclinate a testa semplicemente aderente; al fine di evitare lo scorrimento del puntello sull'apparecchio murario sarà necessario che l'angolo d'inclinazione dell'asta non sia maggiore dell'angolo d'attrito tra la muratura e la stessa asta. Allorché la testa del puntello sia posta molto in alto, il puntello dovrà necessariamente diventare una struttura reticolare così da limitare la lunghezza libera di inflessione degli elementi che lo compongono. Al fine di evitare rischi che potrebbero arrecare danni alla stabilità ed alla integrità degli edifici limitrofi dovrà essere, dove possibile, evitata la messa in opera di dispositivi orizzontali ed inclinati a contrasto con manufatti prospicienti.

Nel caso in cui il puntello sia tenuto a impedire lo spanciamiento di una parete sarà necessario che esso venga posto in modo che il suo asse incontri la spinta in mezzzeria del maschio murario, così da eludere effetti flessionali sul maschio stesso. In questa specifica situazione il puntello sarà soggetto ad un carico uguale alla componente orizzontale della spinta.

Qualora le opere di presidio dovessero svolgere la doppia funzione di *sostegno* e *ritegno* (per contrastare stati in cui ai carichi verticali si uniscono spinte di archi e volte che tendono al ribaltamento del muro) sarà necessario predisporre puntelli con disposizione inclinata e con innesti tesi a contrastare sia movimenti di traslazione verticale sia di rotazione.

I puntelli semplici e doppi potranno essere impiegati singolarmente, in coppia ovvero in gruppo connessi con elementi trasversali e di controventatura, così da presidiare porzioni di manufatti anche molto ampie.

In linea generale i puntelli dovranno soddisfare le seguenti condizioni:

- alleviare la struttura di parte del carico; questa quota di carico potrà, in caso di emergenza, essere stimata con semplici considerazioni intuitive che normalmente dovranno tener conto della natura, della gravità e dell'estensione del dissesto, nonché del rapporto tra pieni e vuoti della muratura sovrastante e sottostante il punto di azione del puntello;
- essere rigidamente vincolati alle strutture da presidiare con l'estremità (testa) e con l'altro estremo (piede) ad una base di appoggio (interna od esterna alla struttura) capace di ricevere l'azione assiale del puntello senza deformarsi. Al fine di assolvere la suddetta condizione occorre predisporre per la testa dei cunei lignei (biette) di essenze dure, al fine di mettere in forza i puntelli, mentre per il piede si predisporrà una adeguata piastra di distribuzione così da evitare che un eventuale cedimento del terreno provochi la perdita di contrasto da parte del puntello; la base, che dovrà risultare normale ai puntelli, potrà essere costituita da travi o assiti lignei (2 o più, spessore minimo di ogni tavola 30-40 mm) normali tra loro, il puntello sarà vincolato al tavolato mediante gattello ligneo con chiodatura alla "traditoria" ovvero con picchetto ligneo incastrato nel terreno e legato con fasciatura metallica.
- essere stabili sia alla compressione che alla pressoflessione;

– essere costituiti da materiale avente caratteristiche di inossidabilità e non marcescenza

Specifiche sui campi di applicazione

Le opere di presidio potranno essere messe in opere, a seconda delle esigenze, per demolizioni totali o parziali di solai e coperture, per il sostegno dei piani inferiori laddove sia prevista una demolizione ai piani superiori, per rimozioni, per consolidamenti in opera, per ritenimento di murature soggette a movimenti deformanti o non più connesse a causa della rimozione delle coperture/solai, ed infine per assicurare l'integrità fisica degli addetti.

Avvertenze

Nel caso non ci siano le condizioni per affrontare una progettazione accurata del sistema di puntellamento sarà necessario demandare alla prassi esecutiva corrente la messa in opera del puntellamento provvisorio, in questo caso dovrà essere obbligatorio far svolgere i lavori di presidio sotto il continuo controllo da parte del Tecnico incaricato del consolidamento definitivo.

Le opere di presidio dovranno essere in grado di non trasmettere improprie sollecitazioni sia al manufatto oggetto di intervento sia a quelli limitrofi. Particolare attenzione dovrà, infine, essere fatta nella fase di rimozione delle armature di sostegno le quali dovranno essere "munite" di idonei dispositivi (ad es. cunei lignei) che, se in precedenza sono stati utili al fine di posizionare e controllare la messa in opera delle stesse, si rileveranno altresì utili per agevolare le operazioni di disarmo.

Art. IV.27.2 - Ricucitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale (scuci e cucì)

L'operazione di scuci e cucì consisterà nella risarcitura delle murature per mezzo della parziale sostituzione del materiale; le murature particolarmente degradate, al punto da essere irrecuperabili ed incapaci di assolvere la funzione statica, ovvero meccanica, saranno ripristinate con "nuovi" materiali compatibili per natura e dimensioni. L'intervento potrà limitarsi al solo paramento murario oppure estendersi per tutto il suo spessore. La scelta del materiale di risarcitura dovrà essere fatta con estrema cura, i nuovi elementi dovranno essere del tutto simili agli originali. Laddove le circostanze lo consentiranno, potrà essere conveniente utilizzare materiale recuperato dallo stesso cantiere, (ricavato, ad esempio, da demolizioni o crolli) selezionandolo accuratamente al fine di evitare di riutilizzare elementi danneggiati e/o degradati. Prima di procedere con l'operazione di scuci e cucì si dovrà realizzare un rilievo accurato della porzione di muratura da sostituire al fine di circoscrivere puntualmente la zona da ripristinare dopodiché, dove si renderà necessario, si procederà alla messa in opera di opportuni puntellamenti così da evitare crolli o deformazioni indesiderate.

La porzione di muratura da sanare verrà divisa in cantieri (dimensionalmente rapportati alla grandezza dell'area interessata dall'intervento di norma non più alti di 1,5 m e larghi 1 m) dopodiché si procederà (dall'alto verso il basso) alternando le demolizioni e le successive ricostruzioni, in modo da non danneggiare le parti di murature limitrofe che dovranno continuare ad assolvere la funzione statica della struttura. La demolizione potrà essere eseguita ricorrendo a mezzi manuali (martelli, punte e leve) facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni; ad asportazione avvenuta la cavità dovrà essere pulita con l'ausilio di spazzole, raschietti o aspiratori, in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate negli articoli inerenti le puliture a base di acqua). La messa in opera del materiale dovrà essere tale da consentire l'inserimento di zeppe in legno tra la nuova muratura e la vecchia sovrastante, da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni pieni (ovvero con materiale compatibile) e malta fluida. Se l'intervento di scuci e cucì interessa la sola testa delle murature antiche per la creazione o l'adattamento di fori per l'alloggiamento delle travi, l'operazione dovrà essere condotta limitatamente all'area dei fori stessi, e non estendersi a tutta la porzione muraria dove essi sono (o devono essere) collocati.

Art. IV.27.3 - Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti

La procedura è indicata, in generale, in presenza di lesioni diffuse e per apparecchi murari in pietra, dove spesso è possibile riscontrare dei vuoti e delle soluzioni di continuità interne presenti fin dall'origine, oppure formatesi a causa di dissesti o fenomeni di alterazione di diversa natura. L'intervento dovrà prevedere una preventiva attenta analisi della struttura al fine di individuare l'esatta localizzazione delle sue cavità, la natura e la composizione chimico-fisica dei materiali che la compongono.

Le indagini diagnostiche potranno essere eseguite attraverso tecniche comuni come la percussione della muratura oppure, ricorrendo a carotaggi con prelievo di materiale, a sondaggi endoscopici o, in funzione dell'importanza del manufatto e solo dietro specifica indicazione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, radar-stratigrafie ecc.). In presenza di murature particolari, con elevati spessori e di natura incerta, sarà, inoltre, obbligatorio attuare verifiche di consolidamento utilizzando differenti tipi di miscele su eventuali campioni tipo, così da assicurarsi che l'iniezione riesca a penetrare fino al livello interessato.

La procedura operativa conterà nell'iniettare una miscela entro fori convenientemente predisposti e presenterà due varianti:

- realizzazione di perforazioni regolarmente distribuite sull'apparecchio murario ed estrusione, per sola pressione di gravità e senza pressione artificiale, di boiaccia idraulica che, riempiendo le fratture e gli eventuali vuoti (sostituendosi e/o integrando la malta originaria), consoliderà la struttura muraria così da ripristinare la continuità della struttura anche in caso di muratura a sacco;
- realizzazione di perforazioni localizzate solo in zone limitate dell'apparecchio murario (ad es. le ammorsature tra muri d'angolo e di spina, o le strutture voltate ed arcate), con l'aggiunta dell'introduzione di barre in acciaio;

Sarà sconsigliato effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, l'utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, (in caso di utilizzo di materiali organici dovranno essere segnati gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzato), le modalità ed i tempi di applicazione.

Art. IV.27.4 - Consolidamento mediante iniezioni non armate

L'intervento sarà da attuarsi allorché l'apparecchio murario, sottoposto per lungo tempo a dilavamento o percolazione di acque meteoriche, o per la particolare tipologia costruttiva (ad es. a sacco), si presenti con cavità interne. Nessun beneficio si potrà ottenere da questa procedura se il setto murario oggetto di intervento non presenta cavità e fessure grossolane. L'apparecchio murario dovrà, quindi, essere sufficientemente iniettabile, ovvero dovrà presentare una struttura con una appropriata continuità tra i vuoti e, allo stesso tempo, la boiaccia legante dovrà essere pensata in modo da assicurare un'adeguata penetrabilità ossia una fluidità atta a rispettare i tempi di esecuzione richiesti. La procedura operativa conterà delle seguenti fasi esecutive.

Preparazione del supporto

Stuccatura e/o sigillatura, su entrambe le facce della muratura, di tutte le fessure, sconnessioni, piccole fratture dei conci di pietra e/o laterizio e dei giunti di malta, così da avere un apparecchio murario "perfettamente chiuso", capace di ovviare l'eventuale trasudamento esterno delle malte da iniettare: qualora si operasse su murature intonacate sarà necessario accertare l'idoneità del rivestimento per l'esecuzione delle successive fasi; (per maggiori dettagli sulle procedure sopra descritte si rimanda agli articoli sulle stuccature e sui consolidamenti).

In alternativa alla stuccatura, per evitare la fuoriuscita di malta tra le pietre a facciavista, sarà possibile frapporre della stoppa o altro materiale occultante, in seguito removibile.

Esecuzione dei fori

L'esecuzione di perforazioni seguirà le indicazioni di progetto in base al quadro fessurativo ed al tipo di struttura (in assenza di queste si potranno operare 2-4 fori ogni metro quadrato); detti fori, di diametro opportuno (mediamente sarà sufficiente un diametro di 16-24 mm), saranno eseguiti mediante strumento a sola rotazione, munito di un tagliatore carotiere con corona d'acciaio ad alta durezza o di widia.

Sarà necessario eseguire le perforazioni con cura, verificando l'effettiva sovrapposizione, e comunicazione, delle aree iniettate (disposizione a quinconce), tramite l'utilizzo di appositi tubicini "testimone" dai quali potrà fuoriuscire l'esubero di miscela iniettata. I tubicini (con un diametro di circa 20 mm) verranno introdotti per almeno 10-12 cm ed, in seguito, sigillati con la stessa malta di iniezione a consistenza più densa (diminuendo cioè il quantitativo d'acqua nell'impasto).

In presenza di spessori inferiori ai 60-70 cm le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; oltre i 70 cm sarà necessario operare su entrambe le facce; nel caso in cui lo spessore risulti ancora maggiore, o ci si trovi nell'impossibilità di iniettare su entrambe le facce, si dovrà perforare la muratura da un solo lato per una profondità del foro tra i $2/3$ e i $3/4$ dello spessore del muro e mai di valore inferiore ai 10 cm. In presenza di cortine murarie in laterizio pieno sarà utile prevedere perforazioni inclinate di almeno $40-45^\circ$ verso il basso fino a ottenere una profondità di 30-35 cm (in ogni caso stabilita in rapporto alla sezione del muro); tale operazione sarà conveniente al fine di ripartire meglio la boiaccia e per rendere partecipi i diversi strati di malta.

Precedentemente all'iniezione (almeno 24 ore prima) dovrà essere iniettata acqua nel circuito chiuso d'iniezione, al fine di saturare la massa muraria e di mantenere la densità della miscela. L'operazione di prelavaggio (eseguita con acqua pura, eventualmente addizionata con alcool) sarà, inoltre, conveniente sia per confermare le porzioni delle zone oggetto d'intervento, (corrispondenti alle zone umide), sia per segnalare l'esistenza d'eventuali lesioni non visibili. Durante la suddetta fase di pulitura-lavaggio si dovranno effettuare, se necessarie, le eventuali operazioni supplementari di rinzafo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

Iniezione della boiaccia legante

L'iniezione delle miscele (che, di norma dovranno essere omogenee, ben amalgamate ed esenti da grumi ed impurità) all'interno dei fori dovrà essere eseguita, preferibilmente, a sola gravità, posizionando ad una quota più alta rispetto ai fori il bocchettone di introduzione della miscela.

Previa preiniezione di acqua fino a saturazione si procederà a far penetrare la miscela dall'alto attraverso appositi boccagli ad imbuto localizzati in lesioni o lacune (eventualmente "aiutate" asportando materiale deteriorato). Gli imbuti verranno rabboccati fino a che non si svuoteranno più, la procedura seguirà cantieri orizzontali (di circa 60-70 cm di altezza) dal basso verso l'alto; passate 24-48 ore si rabboccherà nuovamente con la miscela a base di calce idraulica così da saturare le eventuali fessure formatesi per il ritiro; l'utilizzo di additivi antiritiro nelle miscele eviterà, di norma, questo ulteriore passaggio. Nel caso di murature a secco sarà necessario prevedere un ulteriore accorgimento, prima di procedere alla colatura della miscela legante. Le operazioni preliminari prevedranno, salvo diverse specifiche della D.L., oltre alla sigillatura profonda con malta a base di calce idraulica naturale, il posizionamento di guaina di protezione lungo l'apparecchio, la successiva messa in opera di cassaforma di contenimento a distanza di circa 15-20 cm e il successivo riempimento dello spazio tra cassaforma ed apparecchio con sabbia od altro materiale indicato dalla D.L.

Ad indurimento della miscela (dopo circa 2-3 giorni), i boccagli potranno essere rimossi ed i fori sigillati con malta appropriata (si rimanda a quanto detto negli articoli riguardanti le stuccature).

Se non fosse possibile procedere in questo modo, l'iniezione dovrà essere eseguita a bassa pressione (indicativamente tra 0,5 e 1,5 atm in ogni caso non superiore alle 2 atm) così da evitare la formazione di pressioni all'interno della massa muraria con le conseguenti coazioni con le cortine esterne; inoltre andrà effettuata tramite idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro. Nel caso in cui il dissesto risulterà circoscritto ad una zona limitata sarà opportuno dare precedenza alle parti più danneggiate per poi passare alle rimanenti. Le iniezioni procederanno per file parallele, dal basso verso l'alto, dai lati esterni e, simmetricamente, verso il centro al fine di evitare squilibri di peso ed impreviste alterazioni nella statica della struttura.

Previa verifica della consistenza materica della muratura oggetto di intervento, si inietterà la miscela all'interno degli ugelli e boccagli precedentemente posizionati, la pressione sarà mantenuta costante fino a quando la boiaccia non fuoriuscirà dai tubicini adiacenti, a questo punto si chiuderà il tubicino e si proseguirà con il foro limitrofo seguendo il piano di lavoro. L'iniezione ad un livello superiore sarà eseguita, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, solo quando tutti i tubi di iniezione, posti alla medesima quota, risulteranno intasati.

SPECIFICHE SULLE MISCELE

La boiaccia per iniezioni potrà essere composta, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, da una miscela di sola calce idraulica NHL 3,5 o NHL-Z 3,5 (esente da sali solubili, con l'85% dei granuli di dimensione $< 25 \mu$, calore d'idratazione unitario $< 135 \text{ KJ/kg}$) ed acqua in rapporto variabile da 0,8 a 1,2. Dal momento che, in genere, in una miscela di questo tipo si otterrà la fluidità necessaria per un'efficace iniezione con rapporto legante-acqua superiore ad 1, al fine di evitare eventuali fenomeni di segregazione sarà consigliabile aggiungere alla

boiaccia additivi fluidificanti (in misura dell'1-2% rispetto al peso del legante) ed agenti espansivi antiritiro (ad es. polvere di alluminio da 0,2% a 0,3% del totale in peso) al fine di controllare anche gli eventuali fenomeni naturali di ritiro di assestamento in fase plastica (ovverosia nelle prime ore che seguiranno la messa in opera) e di ritiro igrometrico (ritiro che si manifesterà nel materiale indurito, dopo circa 28 giorni e si protrarrà per periodi molto lunghi, di norma sarà ritenuto completato dopo circa 2 anni dalla messa in opera).

In alternativa, potrà essere utilizzata una miscela binaria (da utilizzare in presenza di vere e proprie cavità, specie nei muri a sacco) composta da calce idraulica naturale NHL 2, (o da una calce idraulica pozzolanica ottenuta miscelando calce idrata cotta a bassa temperatura e completamente idrata, con metacaolino anch'esso cotto a bassa temperatura; la calce idrata potrà essere sostituita anche da grassello di calce stagionato minimo 24 mesi) sabbia ed acqua (rapporto legante-acqua 1:3 fino ad 1:5 nel caso di iniezioni per gravità) con l'aggiunta di gluconato di sodio (con funzione fluidificante) e polvere di alluminio (come agente espansivo). La sabbia dovrà essere sempre di granulometria molto fine ($< 0,075$ mm) e, preferibilmente, con granuli arrotondati; in alternativa potrà essere impiegato carbonato di calcio scelto e micronizzato o perlite superventilata (se si ricercherà una boiaccia a basso peso specifico) od ancora, metacaolino ad alta reattività pozzolanica (o polvere di cocchiopesto vagliata e lavata) per migliorare le proprietà idrauliche della boiaccia (nel caso di utilizzo di grassello di calce o calce idrata, la carica con caolino, cocchiopesto o pozzolana sarà obbligatoria al fine di rendere idraulico il composto); in ogni caso l'inerte sarà il 10% rispetto al peso del legante. La boiaccia, sia se verrà preparata in cantiere, sia se fosse utilizzato un prodotto premiscelato, dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- sufficiente fluidità al fine di penetrare profondamente (svuotamento del cono di Marsh di un litro di miscela in meno di 30 secondi);
- assenza di segregazione e di acqua essudata (*bleeding*); la separazione dell'acqua dalla boiaccia determinerebbe, in seguito alla successiva evaporazione, la presenza di vuoti all'interno della massa del nucleo;
- tempo di presa compatibile con quello della lavorazione;
- alto scorrimento;
- sviluppo calore in fase di presa temperatura massima entro $+30$ °C;
- dilatazione termica compatibile con quella della muratura originale;
- resistenza caratteristica a rottura per compressione superiore a 12 N/mm^2 dopo 28 giorni;
- peso specifico modesto, inferiore a $1,8 \text{ kg/l}$;
- resistenza ai sali comunemente presenti nella muratura (solfati, ammine);
- modulo elastico allo stato secco comparabile con quello della muratura ($3000\text{-}6000 \text{ N/mm}^2$);
- non presentare fenomeni di ritiro che ridurrebbero l'efficacia del contatto.

Specifiche materiali premiscelati

Questo prodotto per iniezioni dovrà essere a base di calce idraulica naturale, priva di sali solubili, rafforzata con metacaolino purissimo ad alta reattività pozzolanica (od in alternativa con polvere di cocchiopesto) caricata con carbonato di calcio scelto e micronizzato, (o perlite superventilata se si ricerca una malta a basso peso specifico) a cui andranno aggiunti additivi quali ritenitori d'acqua di origine naturale e superfluidificanti al fine di poter iniettare la miscela a bassa pressione. Se non diversamente specificato, l'acqua da utilizzare nell'impasto dovrà essere demineralizzata. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto, possibilmente demineralizzata, e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico $1,4 \text{ kg/dm}^3$, lavorabilità 2 h; bleeding trascurabile; aderenza $1,4 \text{ N/mm}^2$; inizio presa a $+20$ °C; 18 h; fine presa a $+20$ °C; 72 h; resistenza a compressione a 28 giorni 13 N/mm^2 ; resistenza a flessione a 28 giorni $3,5 \text{ N/mm}^2$; modulo elastico 11000

N/mm²; temperatura massima durante l'indurimento < 30 °C; ritiro 0,7-1,2 mm; ritenzione acqua > 70%; permeabilità al vapore 9 □ .

Avvertenze

Non sarà assolutamente consentita, salva diversa prescrizione della D.L., la demolizione d'intonaci e stucchi; sarà anzi necessario provvedere a richiedere l'intervento di una ditta OS2 per il loro preventivo consolidamento e/o ancoraggio al paramento murario prima di procedere all'esecuzione della suddetta procedura. Il collaudo del consolidamento andrà eseguito dopo 90 giorni dall'esecuzione delle iniezioni.

Art. IV.27.5 - Consolidamento mediante iniezioni armate

L'intervento potrà essere attuato strettamente localizzato ed in caso di assoluta necessità quando, ad esempio, si dovranno realizzare efficienti rinforzi localizzati tra le murature d'angolo, ammorsamento di muri ortogonali, ricongiungimenti di parti lesionate ecc. e non si potrà ricorrere all'uso di altre procedure. L'intervento, simile alle iniezioni di miscele leganti, avrà la finalità di assicurare alla muratura, per mezzo dell'utilizzo di cuciture metalliche, un consistente aumento della resistenza agli sforzi di trazione; queste cuciture saranno costituite da armature di lunghezza variabile (circa 2-3 volte lo spessore delle murature), dipendente dal livello di aderenza sia tra malta e barre, sia tra malta e tessitura preesistente, disposte in perfori (□ variabile da 32 a 40 mm) alla distanza di circa 40-50 cm l'uno dall'altro, preferibilmente, inclinati (di circa 45°) in successione verso l'alto e verso il basso. L'esercizio svolto dalle armature nei pannelli di muratura, in prevalenza compressi, sarà quello di contenere la deformazione laterale, collaborando ad un miglioramento della resistenza dell'elemento. Nei setti murari non esclusivamente compressi, la presenza dell'armatura potrà partecipare alla resistenza a taglio del setto stesso.

La procedura operativa seguirà le fasi descritte per le iniezioni di miscele leganti ad eccezione che, nei fori di iniezione dovranno essere, preventivamente, inserite barre di acciaio inossidabile ad aderenza migliorata Fe B 44 K (minimo □ 12 mm massimo 20 mm), o barre filettate di acciaio AISI 316L, (minimo □ 14 mm) munite di distanziatori perimetrali al fine di evitare il contatto diretto con la muratura; lo schema distributivo, l'inclinazione, il calibro e la lunghezza delle barre dovranno essere relazionati alle disposizioni di progetto o indicazioni della D.L., ai dissesti riscontrati dall'esame del quadro fessurativo del manufatto o alle variazioni apportate nel corso dei lavori di restauro agli equilibri dei carichi. L'inserimento di detta armatura avrà lo scopo di fornire resistenza a trazione tra le due cortine esterne della muratura, specialmente nei casi in cui l'altezza di libera inflessione sia tale da poter dar luogo al fenomeno del carico di punta. Al fine di realizzare un promotore d'adesione tra le barre e la malta delle iniezioni si potrà spalmare la superficie dell'armatura con boiaccia anticarbonatante, reoplastica-pennellabile realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm.

Per ottenere una buona distribuzione della miscela all'interno del foro dopo aver posto l'armatura sarà necessario, preventivamente, l'inserimento di due cannule, una per l'iniezione (che in questo caso verrà effettuata a siringa), l'altra per il controllo delle fuoriuscite. Il foro andrà poi sigillato. Quando la miscela inizierà a fuoriuscire dalla seconda cannula, si procederà al suo progressivo sfilamento mentre si procede con l'iniezione. La cannula dell'iniezione verrà successivamente rimossa.

Specifiche sui materiali

Le miscele leganti da utilizzare saranno uguali a quelle esaminate per le iniezioni non armate, con l'ulteriore specifica che, in questo caso, dovranno, necessariamente, presentare maggiore capacità di aderenza, antiritiro e resistenza, così da garantire la collaborazione tra armature e muratura, localizzandosi nelle zone più sollecitate.

Art. IV.28 – Consolidamento del cemento armato

Prima di mettere in pratica i protocolli di consolidamento sarà opportuno seguire delle operazioni e delle verifiche indirizzate alla conoscenza dell'unità strutturale oggetto d'intervento (travi, solette, ecc.): queste operazioni creeranno le condizioni atte a garantire la corretta esecuzione e la conseguente efficacia dell'operazione di ripristino. L'adesione tra la superficie originale e quella di apporto dipenderà molto dall'adeguata preparazione del supporto, operazione alla quale si dovrà porre molta attenzione dal momento che si rivela fondamentale per assicurare l'efficacia e la durabilità del ripristino degli elementi in c.a. L'esecuzione delle operazioni preliminari si suddivide nelle seguenti fasi operative.

Asportazione del calcestruzzo degradato

Rimozione di tutto il calcestruzzo degradato e privo di coerenza con il sottofondo asportandolo accuratamente per una profondità che consenta un ripristino di malta di almeno 10 mm di spessore; irruvidimento della superficie dell'intervento (un irruvidimento ideale del sottofondo corrisponde ad una superficie con asperità di circa 5 mm) mediante martellinatura o scalpellatura fino al raggiungimento della parte sana e compatta, meccanicamente resistente; messa a nudo dei ferri d'armatura liberandoli dal calcestruzzo carbonatato. Lo spessore di cls che andrà rimosso dovrà essere pari a quello che, in base alle indagini diagnostiche precedentemente eseguite, risulterà essere ormai penetrato dagli agenti aggressivi, (ad es. cloruro, solfato ecc.) anche se ancora non completamente danneggiato. Se il cls dovesse essere particolarmente duro e resistente, non si procederà alla sua rimozione, ma ci si limiterà alle parti degradate, che potranno essere rimosse con facilità. Infatti, la tenuta del cls è di per sé una dimostrazione del limitato danno ai ferri d'armatura. La superficie in cls dovrà poi essere pulita ricorrendo a sabbiatura a secco, idrosabbiatura, bocciardatura, spazzolatura con spazzola metallica oppure con un getto di vapore d'acqua a 100 °C ad una pressione di 7-8 atm (per specifiche sulle procedure di pulitura si rimanda a quanto descritto negli articoli inerenti le puliture sui materiali lapidei) così da asportare gli eventuali residui di precedenti interventi non perfettamente aderenti come tracce di grassi, oli, vernici superficiali, polvere ed ogni tipo d'impurità.

Pulizia dei ferri di armatura

I ferri d'armatura a vista dovranno essere puliti allo scopo di asportare polvere e ruggine; l'operazione potrà essere eseguita mediante spazzolatura con spazzole metalliche o sabbiatura in funzione del livello di degrado raggiunto e, comunque, fino ad ottenere una superficie perfettamente pulita e lucida, cioè fino a "metallo bianco".

Trattamento della porzione di cls non deconsolidato

La parte della struttura che non presenta degrado verrà trattata con un prodotto inibitore di corrosione migratorio per impregnazione e penetrazione. L'inibitore di corrosione, applicato sulle superfici in cls migra attraverso la porosità del conglomerato e fissa le parti attive di tali molecole sui ferri d'armatura all'interno della struttura in cls. Il prodotto inibitore viene applicato a spruzzo od a rullo sulle superfici in calcestruzzo. L'inibitore migratorio è capace di prevenire la prosecuzione della corrosione anche dei ferri già intaccati dai cloruri. L'applicazione può essere eseguita a tutte le temperature superiori allo zero.

Per calcestruzzi contenenti alte concentrazioni in cloruri, possono essere necessarie due applicazioni per la massima efficacia. Le superfici devono essere pulite da sporco, oli e grassi prima dell'applicazione. I prodotti migratori non penetrano attraverso sigillanti formanti pellicole, attraverso asfalto, pitture ecc. Gli spruzzi non danneggiano vernici o vetri ed il prodotto può essere rimosso semplicemente lavorandolo con acqua. Prima di applicare un rivestimento o altro calcestruzzo su una superficie è da tener presente che un seppur sottile film di inibitore può interferire negativamente sulla adesione; ciò si può evitare risciacquando la superficie con acqua o tramite rimozione con sabbiatura. Una semplice risciacquatura rimuove il sottile strato di inibitore lasciando una superficie pulita sulla quale è consentita una facile ed efficace adesione.

Specifiche sul copriferro

La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 8 mm nel caso di solette e di almeno 20 mm, nel caso di travi. Le suddette misure dovranno essere incrementate e portate fino ad un massimo di 20 mm per le solette e 40 mm per travi, in presenza di salsedine marina ed altri agenti particolarmente aggressivi. Copriferri maggiori richiederanno opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco dal supporto (ad es. reti metalliche zincate a maglia stretta). Le superfici delle barre dovranno essere mutamente distanziate in ogni direzione di almeno un diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 20 mm. Per le eventuali barre non circolari si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.

Ricostruzione del copriferro

La procedura di restauro corticale sarà rivolta a trave e architravi e solette in c.a. ed, in genere, avrà come obiettivo, la ricostruzione del copriferro (dovuto al distacco di materiali causato da lesioni capillari, fessure, sbrecciature, ossidazione delle armature ecc.) con il conseguente ripristino della sezione resistente originaria. Previa esecuzione delle operazioni preliminari il protocollo d'intervento si suddividerà nelle seguenti fasi operative:

Eventuale posizionamento di rete elettrosaldata

Ove richiesto da specifiche di progetto od indicazioni della D.L., si procederà alla messa in opera di rete in acciaio elettrosaldata Fe B 38 K in acciaio zincato (per spessori di malta fino a ca. 25 mm) applicata direttamente sul sottofondo ed ancorata con chiodi, ovvero connettori (in caso di ripristino di superfici ampie) in modo da garantire un copriferro di almeno 10 mm. Nel caso di spessori di malta maggiori di 50 mm (fermo restando il copriferro di almeno 10 mm) la rete dovrà essere applicata mediante connettori-distanziatori, in modo che non sia a diretto contatto con il sottofondo (ma disposta simmetricamente nello strato di malta) così da consentire di "utilizzare" al massimo l'azione di contrasto della stessa nei confronti dell'espansione della malta. In alternativa alla rete elettrosaldata si potrà utilizzare una rete in polipropilene (PP) bi-orientata a maglia quadrangolare prodotta per estrusione e sottoposta a processo di stiro a temperatura controllata nelle due direzioni (caratteristiche medie: totale inerzia chimica, maglia 30x40 o 50-70 mm, peso unitario 140-250 g/m², resistenza a trazione long. 9,3-15 kN/m, resistenza a trazione trasv. 17-22 kN/m, allungamento > al 10% in entrambe le direzioni). Spessori di malta inferiori ai 15 mm potranno essere applicati anche senza rete elettrosaldata, purché il contrasto all'espansione della malta sia assicurato dalle asperità (ca. 5 mm) del sottofondo in calcestruzzo.

Il diametro e la maglia della rete, saranno stabiliti dagli elaborati di progetto, in ogni caso sarà preferibile utilizzare reti con diametro ridotto (2-3 mm) a maglie strette (massimo 50 mm). Per quanto riguarda i connettori dovranno essere evitati quelli a fissaggio meccanico con espansione se non in presenza di calcestruzzo di elevata qualità.

Bagnatura del supporto

Prima dell'applicazione dei prodotti per il ripristino e solo nel caso in cui non sia stato impiegato il vapore per la pulizia del sottofondo, questo dovrà essere bagnato fino a saturazione, evitando comunque veli o ristagni di acqua sulla superficie che potranno essere rimossi mediante aria compressa o stracci; lo scopo sarà quello di ottenere un sottofondo saturo di acqua a superficie asciutta.

Protezione dei ferri dell'armatura

La protezione dell'armatura avverrà mediante l'applicazione a pennello di una mano di boiaccia passivante anti-carbonatante, reoplastica-pennellabile e con inibitori di corrosione migratori (che, migrando dai ferri trattati a quelli direttamente collegati ed a quelli adiacenti, assicurano una valida e duratura protezione al fenomeno di carbonatazione e ossidazione) realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm. Il prodotto dovrà essere bi-componente (A = miscela di leganti idraulici con micro silicati, cariche silicee e inibitori di corrosione migratori, B = polimeri in dispersione acquosa; rapporto tra A e B variabile da 2:1 a 3:1); in ogni caso le caratteristiche minime della boiaccia dovranno essere: adesione all'armatura ed al cls > 2,5 Mpa (1gg); > 9,0 Mpa (28gg), permeabilità al vapore acqueo: 85μ, resistenza alla nebbia salina dopo 120 h nessuna corrosione, pH > 12, classe 0 di reazione al fuoco.

Immediatamente dopo aver sabbiato o spazzolato i ferri d'armatura, fino ad ottenere il ferro privo di ruggine (ferro bianco), si applicherà con pennello il prodotto in due mani avendo cura di originare uno strato continuo, omogeneo e con spessore massimo, per singola applicazione, di 1,5÷2 mm.

Al termine si dovrà procedere all'applicazione della malta per il ripristino da eseguire quando la boiaccia passivante non è ancora indurita (intervento fresco su fresco).

Ripristino sezione originaria mediante cazzuola

Prima dell'indurimento della seconda mano della boiaccia passivante antiruggine migratoria (intervento fresco su fresco) e previa scrupolosa bagnatura delle parti di calcestruzzo si applicherà, (premendolo bene sul supporto, cercando di compattare il sottofondo con l'aiuto della cazzuola, spatola od anche di tavolette di legno per gli spigoli più difficili) uno strato (in spessori fino a 25-30 mm in una sola mano) di malta a base di leganti idraulici e microsilicati, fibro-rinforzata con fibre in polipropilene, a consistenza tixotropica, a ritiro controllato, ad alta adesione con inibitori di corrosione organici, impastata con sola acqua (in ragione di ca. 16 l di acqua pulita ogni sacco di 100 kg), senza far uso di casseforme fisse (caratteristiche meccaniche minime della malta da ripristino: adesione al cls 3 gg = 3,5 Mpa 28 gg = 5,5 Mpa; modulo elastico 26000 Mpa; resistenza a compressione dopo 7 giorni > 450 kg/cm²; dopo 28 giorni > 650 kg/cm²; resistenza a flessione dopo 7 giorni > 75 kg/cm²; dopo 28 giorni > 90 kg/cm², diametro massimo inerte 1,5mm).

In caso di necessità si potrà procedere all'applicazione di strati successivi al primo, (nello spessore massimo di 30 mm per strato), fino al raggiungimento dello spessore necessario comunque non superiore a 100 mm. A posa ultimata, la superficie della malta sarà mantenuta umida per almeno 24 ore irrorandola, se necessario, con acqua nebulizzata, al fine di garantire l'assestamento.

Al fine di contribuire al mantenimento dell'azione anticorrosiva (in particolare in ambiente marino) si procederà a mescolare la malta idraulica tixotropica fibrorinforzata con un additivo liquido con una funzione anticorrosione di molecole che migrano e si fissano sulle superfici metalliche. Dosaggio 0,6 lt/m³.

Protezione

La protezione finale sarà garantita da una pittura protettiva anticarbonatazione del calcestruzzo (con colore scelto dalla D.L.), a base di copolimeri acrilici e resine sintetiche insaponificabili, con buona permeabilità al vapore acqueo, diluita con acqua (0,4 l di acqua ogni l di prodotto per la prima mano, 0,2 l di acqua per la seconda). Il protettivo dovrà essere applicato su superfici perfettamente asciutte, con due mani, a distanza di non più di 24 ore l'una dall'altra; potrà essere applicato a pennello, o rullo, od irroratrice a bassa pressione in ragione di 0,200 l/m² nelle due passate.

Nel caso in cui le prescrizioni di progetto prevedono il trattamento di protezione anche su superfici non oggetto di ripristino sarà consigliabile, al fine di migliorare l'adesione della "verniciatura" sul supporto di cls, applicare una mano di *primer* specifico utile a garantire l'uniformità d'assorbimento del supporto e maggior durata della protezione finale.

Per tutta la durata delle operazioni di restauro e fino ad almeno 72 ore dopo il trattamento di protezione si dovrà proteggere, mediante idonee barriere scelte dalla D.L., la zona d'intervento da eventuali correnti d'aria, piogge, gelo o da irraggiamento solare diretto.

Eventuale posizionamento di nuova armatura

Previo eventuale raddrizzamento delle barre presenti ovvero eliminazione dei ferri longitudinali oramai elasticizzati si procederà, se necessario, alla messa in opera di barre nervate aggiuntive in acciaio inossidabile o zincato Fe B 44 K e ad eventuali staffe sagomate in opera di dimensione e passo (si consiglia ridotto nelle vicinanze delle giunture o dei nodi strutturali) del tutto simili all'esistente.

Nelle vicinanze dei nodi sarà opportuno che i ferri aggiunti siano passanti da parte a parte; a tal fine sarà necessario effettuare dei fori di passaggio che successivamente, saranno riempiti con malta priva di ritiro. Sarà, inoltre, opportuno sfalsare gli ancoraggi, ed al fine di migliorare l'efficacia della sovrapposizione, si procederà a "legare" le barre sovrapposte mediante fasciatura, con filo in acciaio di diametro 1-2 mm, lungo la giuntura. Si ricorda che, per migliorare le giunzioni, si potrà ricorrere al confinamento mediante una fitta armatura trasversale (staffe) che avvolga la zona trattata. Saranno da evitare le saldature che, pur presentando un'elevata resistenza, potranno produrre elementi di fragilità puntuale; comunque se si sceglierà questa soluzione (in ragione anche della reale saldabilità dei ferri esistenti con quelli aggiuntivi) si dovranno realizzare saldature a cordoni d'angolo tra i monconi di armature sovrapposte; non si dovranno in ogni caso eseguire saldature di testa.

Nei casi in cui la sezione da recuperare sia superiore ai 40-50 mm sarà consigliabile posizionare una leggera rete elettrosaldata Fe B 38 K in acciaio zincato adeguatamente dimensionata, in alternativa si potranno utilizzare idonee reti in polipropilene (PP) bi-orientate prodotte per estrusione (caratteristiche medie: maglia 40x30 mm, peso unitario 650 g/m², resistenza a trazione nelle due direzioni 40 kN/m², allungamento > 10%); questa "armatura superficiale" avrà il duplice scopo di "legare" la nuova armatura e fornire un valido supporto al riporto di malta.

PARTE II.II - Procedure operative per la demolizione e ricostruzione delle coperture

Generalità

I lavori oggetto del presente Appalto riguardano la riparazione o il rifacimento di orizzontamenti di restauro costruiti in varie epoche a partire dagli anni '30 del XX secolo, sia direttamente durante gli scavi, sia ricostruiti in

un secondo momento con opere di manutenzione straordinaria appaltate dalla Soprintendenza. Nella Casa sono previsti interventi di rifacimento integrale delle coperture esistenti. Si va dalla semplice riparazione alla sostituzione integrale. Di norma, quando un solaio o una copertura vengono sostituite, viene costruita una copertura/solaio a imitazione di quella esistente, che a sua volta era stata costruita sulle informazioni archeologiche dedotte dagli scavi. Si tratta infatti di coperture/solai 'storicizzati' e quindi da tutelare, se non nella loro materia, nella loro forma e tipologia.

Per le modalità di intervento delle singole operazioni si fa riferimento a quanto prescritto nella Parte I (Procedure operative di restauro) e nella Parte II (Procedure operative di consolidamento strutturale). Di seguito vengono fornite ulteriori prescrizioni relative ad altre operazioni, divise per tipologia di intervento su solaio o copertura. E' possibile che alcune delle indicazioni relative alle procedure operative vengano qui ripetute.

Art. IV.29 - Demolizione e ricostruzione di coperture in coppi ed embrici

Le coperture estremamente degradate vengono demolite e rimosse con estrema cautela per essere sostituite da nuova copertura del tutto simile a quella preesistente.

Le opere per il ripristino di questo tipo di coperture consistono, sinteticamente in:

- opere provvisionali: ponteggi zincati, copertura provvisoria, protezione degli apparati decorativi;
- demolizione controllata di tutta la struttura (ove previsto) o del solo manto di copertura, con particolare cautela nell'utilizzo di mezzi meccanici e con l'esclusione assoluta dell'uso del martello pneumatico;
- ricostruzione della struttura portante lignea composta da travi di castagno della stessa dimensione degli elementi esistenti;
- posa in opera dell'orditura secondaria, trattamento degli elementi lignei e posa in opera del manto in coppi ed embrici.

Di seguito vengono elencate le prescrizioni per gli interventi che compongono tale ripristino:

Art. IV.9.1 - Opere provvisionali e protezioni:

Protezione temporanea di apparati decorativi pavimentali

Posa in opera di: strato di geotessile densità gr.300/mq, pannelli di poliuretano espanso e/o polietilene. Compresi tagli, sfridi e rimozione protezioni a fine lavori.

La protezione va estesa all'intero pavimento dell'ambiente e sulle parti oggetto di passaggio durante i lavori degli ambienti adiacenti.

Fornitura e posa in opera di tavolato per protezione

Fornitura e posa in opera di tavolato in abete su strato di geotessile e su pannelli di poliuretano, precedentemente approntati, ad ulteriore protezione dei piani pavimentali:

Protezione temporanea di apparati decorativi parietali

Protezione temporanea di affreschi, decorazioni parietali e manufatti antichi con stesa a parete di strato di geotessile densità gr.300/mq non a contatto con le superfici decorate, distanziato dalle pareti con tavoletta in abete di larghezza cm 10,00. La protezione viene effettuata sulle pareti dell'ambiente e degli ambienti adiacenti oggetto di passaggio durante i lavori, e attorno ai manufatti da proteggere, per questi ultimi ove indicato dalla DL.

Protezione temporanea di apparati decorativi durante le demolizioni

Protezione temporanea di affreschi e decorazioni parietali durante le operazioni di demolizione di coperture, con stesa a parete, nella parte sommitale dei ponteggi, di pannelli di poliuretano espanso di densità non inferiore a 35 kg/mc, con rivestimento spess. 30 mm. I pannelli saranno montati sull'ultimo piano di ponteggio a protezione

delle pareti immediatamente sottoposte alla possibile caduta di macerie. Poiché si prevede che i pannelli saranno utilizzati in numerosi ambienti durante le demolizioni, si compensa la fornitura dei pannelli solo per una parte degli ambienti dove sarà necessario metterli in opera, mentre la manodopera per il loro montaggio e smontaggio viene mantenuta inalterata.

Si considerano compresi il trasporto sul luogo di posa, i tagli, gli sfridi e la rimozione delle protezioni a fine demolizioni. I pannelli saranno fissati in modo da non arrecare danni alle pareti e agli elementi fragili sottostanti il piano di ponteggio.

Si valuta la superficie delle pareti dell'ultimo piano di ponteggio per gli ambienti su cui verranno apposte le protezioni, così calcolata: ml perimetrali x m 2,00 h ultimo piano ponteggio.

Per garantire che la puntellatura non danneggerà le superfici a contatto, essa sarà realizzata con una struttura in elementi tubo giunto zincati, giunti tropicalizzati e tavolati lignei. Il nolo è valutato per mesi 2 per garantire l'uso della puntellatura per tutta la durata dei lavori.

I ponteggi dovranno essere costruiti con tubi galvanizzati e giunti tropicalizzati, in modo da non danneggiare le superfici a contatto (sia a parete sia a pavimento) con la ruggine.

Si compensa l'utilizzo di tutti i piani di ponteggio per interventi sulle pareti da parte della ditta OS2-A che opererà parallelamente, fatto salvo diversa decisione della D.L.

I ponteggi andranno costruiti all'interno degli ambienti, con cura e attenzione, in locali in alcuni casi angusti. I ponteggi dovranno essere costruiti in modo da essere coerenti e compatibili con la puntellatura eventualmente già esistente o con la puntellatura resasi necessaria per motivi di sicurezza.

Art. IV.29.2 - Smontaggio delle puntellature esistenti.

La rimozione delle puntellature, ove esistenti, deve essere operata con particolare attenzione agli apparati decorativi presenti ed ai manufatti antichi. Lo smontaggio dovrà avvenire contestualmente alla messa in opera della nuova puntellatura. Le puntellature sono costituite prevalentemente da tubi da ponteggio che andranno smaltiti a discarica, salvo diversa disposizione della D.L.

Art. IV.29.3 - Formazione di copertura provvisoria a protezione delle lavorazioni

Si prevede l'approntamento e il nolo di una copertura provvisoria da collocare al di sopra delle coperture che devono essere sostituite o revisionate: lo scopo è quello di proteggere le decorazioni sottostanti dopo la demolizione e anche quello di permettere di procedere con le lavorazioni anche nelle giornate di pioggia. La copertura, composta da lastre grecate zincate, dovrà essere messa in posto su struttura in tubo-giunto zincata, a cavallotti sulla muratura perimetrale, o poggiante in parte su ponteggi perimetrali. La copertura e relativa struttura portante deve rimanere in posto per 3 mesi, per garantire lo svolgimento delle operazioni di demolizione e ricostruzione all'asciutto. L'Appaltatore dovrà portare in cantiere materiale sufficiente per coprire un terzo delle coperture dove è prevista la ricostruzione, poiché le aree d'intervento verranno organizzate a rotazione e quindi lo stesso materiale potrà essere riutilizzato più volte. In questo modo verranno ottimizzati i trasporti di materiale nel Sito Archeologico.

Art. IV.29.4 - Opere di demolizione/rimozione:

In generale tutte le opere di demolizione e rimozione previste per questo Appalto dovranno essere svolte a mano e con l'ausilio di piccoli attrezzi, solo dopo aver approntato le protezioni degli apparati decorativi e nel rispetto delle norme della sicurezza. E' fatto divieto assoluto di utilizzo di mezzi meccanici o pneumatici per le demolizioni. Potrà essere fatta eccezione, su espressa indicazione della D.L., in caso di massi di cemento armato particolarmente compatti, dove potranno essere usati attrezzi perforatori e per il taglio di piccola dimensione.

Le opere di rimozione e demolizione delle coperture esistenti devono essere eseguite con estrema cautela sia per preservare il più possibile le sedi murarie esistenti, sia perché è previsto il recupero di almeno il 40% del manto di copertura in coppi e tegole. Infatti, poiché gli elementi in laterizio che compongono i manti esistenti sono stati prodotti con tecniche tradizionali e su imitazione degli originali reperiti in fase di scavo, tali elementi sono anche utili come modello dei laterizi nuovi da fornire.

Ove previsto di smurare travi lignee o putrelle, questa operazione dovrà essere svolta con estrema cautela per conservare le sedi murarie delle travi e, più in generale, per preservare la muratura esistente.

Ove necessario la D.L. si riserva di richiedere la puntellatura delle murature durante o dopo la demolizione dell'orizzontamento, soprattutto nel caso in cui tali murature mancassero di contrasto o fossero lesionate. In tal caso nessun onere aggiuntivo verrà riconosciuto.

Durante la rimozione di pluviali esistenti, dovrà essere posta la massima cautela per evitare di danneggiare le murature, sia esse antiche o moderne, e gli eventuali intonaci, sia essi antichi o moderni.

Art. IV.29.5 - Opere di preparazione alla messa in posto di nuova orditura lignea:

Adattamento fori per accogliere nuove travi: realizzato in muratura simile all'originale e impastata con grassello di calce, sabbia vulcanica e microfibre di polipropilene.

Creazione fori per accogliere nuove travi: realizzato in muratura simile all'originale e impastata con grassello di calce, sabbia vulcanica e microfibre di polipropilene.

Art. IV.29.6 - Opere di costruzione di struttura lignea:

Fornitura e posa di travi in legno di castagno:

Poiché si ritiene particolarmente importante la qualità del legno per la ricostruzione della struttura di supporto, le travi dovranno essere scelte direttamente in segheria dal D.L. L'Appaltatore dovrà farsi carico della presa di misura degli alloggi delle travi o delle travi esistenti prima di ordinare le travi in segheria. Infatti, le indicazioni di misura contenute nelle tavole di disegno devono ritenersi indicative, in quanto in fase di progettazione non è stato possibile prendere tali misure da vicino. Le travi dovranno essere squadrate e smussate agli angoli con un taglio a 45°. I tronchi delle travi dovranno essere stagionati naturalmente da almeno 2 anni. Una volta prese le misure, le travi dovranno essere tagliate immediatamente, in modo da permettere la stagionatura interna del legno. Le travi dovranno essere tagliate in esubero in lunghezza, per permettere di tagliare la porzione più fessurata dopo la stagionatura a taglio effettuato. I trattamenti richiesti sulle travi devono essere fatti sia in segheria sia in cantiere. Il mordente deve essere dato almeno in due mani, fino ad ottenere la colorazione soddisfacente per il D.L.

Verrà effettuata ove previsto la creazione di tagli a sagoma per il collegamento moncone-trave in presenza di alloggi originali o di intonaco nelle immediate vicinanze degli alloggi, come da disegni di progetto.

Protezione delle teste con copertina di piombo

Alle due teste di ciascuna trave di castagno, è prevista la messa in opera di copertina di piombo, di spessore min. 1,5 mm per la protezione delle teste. Le copertine vanno posate su tutte e 5 facce di separazione della testa della trave dal muro di appoggio, nelle sedi predisposte nel muro, e saldate tra loro per evitare infiltrazioni di umidità. Sono compresi gli sfridi, il trasporto, il taglio, la lavorazione, la saldatura e la messa in opera delle cuffie di piombo.

Opere per il fissaggio degli arcarecci:

- Fornitura e posa di cunei di fissaggio degli arcarecci

Si valuta la fornitura e posa in opera di cunei in legno di castagno, per la formazione dei sostegni alle teste delle travi inserite negli alloggi. Si considera ogni cuneo delle dimensioni (dati medi): cm 20 x 30 x 50 = mc 0,03

- Fornitura e posa in opera di barre filettate in acciaio inserite nelle teste delle travi per ancoraggio dei puntoni, costituenti l'orditura di coperture inclinate, alla muratura. Le barre saranno in acciaio B450 C, del diametro di mm 8.

Art. IV.30 - Opere di consolidamento dei colmi murari

Il ripristino delle creste delle murature deve essere realizzato rigorosamente con malta a base di grassello di calce e sabbia vulcanica, o, in alternativa, con sabbia di fiume e pozzolana. E' escluso l'utilizzo di calci idrauliche o di

cemento. Per la ricomposizione della cresta, si utilizzeranno i tufelli esistenti rimossi durante la pulizia; ove necessario, verranno reintegrati con altri tufelli in fornitura; le operazioni da svolgere si possono così descrivere:

- Pulizia a secco: con rimozione della malta decoesa, della vegetazione (non a strappo), degli elementi litoidi non originali, con cura a preservare i paramenti originali
- Trattamento della vegetazione: le piccole piante senza radici profonde verranno estirpate mentre le piante con radici profonde verranno tagliate e le radici trattate con erbicida a base di glifosate, a iniezione;
- Pulizia con acqua: prima di intervenire con la ricomposizione le creste verranno abbondantemente bagnate per rimuovere le parti decoese, per rimuovere la polvere e permettere una migliore coesione della malta;
- Ricostruzione con malta e tufelli: la ricostruzione della cresta dovrà avvenire solo nella parte afferente al nucleo e non al paramento, per cui sarà arretrata rispetto al filo del paramento di circa 7-10cm; l'aspetto finale sarà quello di una parte del sacco murario emergente. I giunti tra i tufelli dovranno essere minimi, in modo che non si creino fratture nelle porzioni di malta esposte. La malta dovrà essere additivata con fibre di polipropilene per rallentarne il ritiro. La forma dovrà permettere un facile scolamento delle acque piovane, senza trattenerle.

Art. IV.31 - Opere di consolidamento di architravi in cemento armato:

Prima di mettere in pratica i protocolli di consolidamento sarà opportuno seguire delle operazioni e delle verifiche indirizzate alla conoscenza dell'unità strutturale oggetto d'intervento (travi, solette, ecc.): queste operazioni creeranno le condizioni atte a garantire la corretta esecuzione e la conseguente efficacia dell'operazione di ripristino. L'adesione tra la superficie originale e quella di apporto dipenderà molto dall'adeguata preparazione del supporto, operazione alla quale si dovrà porre molta attenzione dal momento che si rivela fondamentale per assicurare l'efficacia e la durabilità del ripristino degli elementi in c.a. L'esecuzione delle operazioni preliminari si suddivide nelle seguenti fasi operative:

Asportazione del calcestruzzo degradato

Rimozione di tutto il calcestruzzo degradato e privo di coerenza asportandolo accuratamente per una profondità che consenta un ripristino di malta di almeno 10 mm di spessore; irruvidimento della superficie dell'intervento (un irruvidimento ideale del sottofondo corrisponde ad una superficie con asperità di circa 5 mm) mediante martellinatura o scalpellatura fino al raggiungimento della parte sana e compatta, meccanicamente resistente; messa a nudo dei ferri d'armatura liberandoli dal calcestruzzo carbonatato. Lo spessore di cls che andrà rimosso dovrà essere pari a quello che, in base alle indagini diagnostiche precedentemente eseguite, risulterà essere ormai penetrato dagli agenti aggressivi, (ad es. cloruro, solfato ecc.) anche se ancora non completamente danneggiato. Se il cls dovesse essere particolarmente duro e resistente, non si procederà alla sua rimozione, ma ci si limiterà alle parti degradate, che potranno essere rimosse con facilità. Infatti, la tenuta del cls è di per sé una dimostrazione del limitato danno ai ferri d'armatura. La superficie in cls dovrà poi essere pulita ricorrendo a sabbiatura a secco, idrosabbiatura, bocciardatura, spazzolatura con spazzola metallica oppure con un getto di vapore d'acqua a 100 °C ad una pressione di 7-8 atm (per specifiche sulle procedure di pulitura si rimanda a quanto descritto negli articoli inerenti le puliture sui materiali lapidei) così da asportare gli eventuali residui di precedenti interventi non perfettamente aderenti come tracce di grassi, oli, vernici superficiali, polvere ed ogni tipo d'impurità.

Pulizia dei ferri di armatura

I ferri d'armatura a vista dovranno essere puliti allo scopo di asportare polvere e ruggine; l'operazione potrà essere eseguita mediante spazzolatura con spazzole metalliche o sabbiatura in funzione del livello di degrado raggiunto e, comunque, fino ad ottenere una superficie perfettamente pulita e lucida, cioè fino a "metallo bianco".

Trattamento della porzione di cls non decoeso

La parte della struttura che non presenta degrado verrà trattata con un prodotto inibitore di corrosione migratorio per impregnazione e penetrazione. L'inibitore di corrosione, applicato sulle superfici in cls migra attraverso la porosità del conglomerato e fissa le parti attive di tali molecole sui ferri d'armatura all'interno della struttura in cls. Il prodotto inibitore viene applicato a spruzzo od a rullo sulle superfici in calcestruzzo. L'inibitore migratorio è capace di prevenire la prosecuzione della corrosione anche dei ferri già intaccati dai cloruri. L'applicazione può

essere eseguita a tutte le temperature superiori allo zero. Per calcestruzzi contenenti alte concentrazioni in cloruri, possono essere necessarie due applicazioni per la massima efficacia. Le superfici devono essere pulite da sporco, olii e grassi prima dell'applicazione. I prodotti migratori non penetrano attraverso sigillanti formanti pellicole, attraverso asfalto, pitture ecc. Gli spruzzi non danneggiano vernici o vetri ed il prodotto può essere rimosso semplicemente lavorandolo con acqua. Prima di applicare un rivestimento o altro calcestruzzo su una superficie è da tener presente che un seppur sottile film di inibitore può interferire negativamente sulla adesione; ciò si può evitare risciacquando la superficie con acqua o tramite rimozione con sabbiatura. Una semplice risciacquatura rimuove il sottile strato di inibitore lasciando una superficie pulita sulla quale è consentita una facile ed efficace adesione.

Specifiche sul copriferro

La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 8 mm nel caso di solette e di almeno 20 mm, nel caso di travi. Le suddette misure dovranno essere incrementate e portate fino ad un massimo di 20 mm per le solette e 40 mm per travi, in presenza di salsedine marina ed altri agenti particolarmente aggressivi. Copriferri maggiori richiederanno opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco dal supporto (ad es. reti metalliche zincate a maglia stretta). Le superfici delle barre dovranno essere mutamente distanziate in ogni direzione di almeno un diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 20 mm. Per le eventuali barre non circolari si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.

Ricostruzione del copriferro

La procedura di restauro corticale sarà rivolta a trave e architravi e solette in c.a. ed, in genere, avrà come obiettivo, la ricostruzione del copriferro (dovuto al distacco di materiali causato da lesioni capillari, fessure, sbrecciature, ossidazione delle armature ecc.) con il conseguente ripristino della sezione resistente originaria. Previa esecuzione delle operazioni preliminari il protocollo d'intervento si suddividerà nelle seguenti fasi operative:

Eventuale posizionamento di rete elettrosaldata

Ove richiesto da specifiche di progetto od indicazioni della D.L., si procederà alla messa in opera di rete in acciaio elettrosaldata Fe B 38 K in acciaio zincato (per spessori di malta fino a ca. 25 mm) applicata direttamente sul sottofondo ed ancorata con chiodi, ovvero connettori (in caso di ripristino di superfici ampie) in modo da garantire un copriferro di almeno 10 mm. Nel caso di spessori di malta maggiori di 50 mm (fermo restando il copriferro di almeno 10 mm) la rete dovrà essere applicata mediante connettori-distanziatori, in modo che non sia a diretto contatto con il sottofondo (ma disposta simmetricamente nello strato di malta) così da consentire di "utilizzare" al massimo l'azione di contrasto della stessa nei confronti dell'espansione della malta. In alternativa alla rete elettrosaldata si potrà utilizzare una rete in polipropilene (PP) bi-orientata a maglia quadrangolare prodotta per estrusione e sottoposta a processo di stiro a temperatura controllata nelle due direzioni (caratteristiche medie: totale inerzia chimica, maglia 30x40 o 50-70 mm, peso unitario 140-250 g/m², resistenza a trazione long. 9,3-15 kN/m, resistenza a trazione trasv. 17-22 kN/m, allungamento > al 10% in entrambe le direzioni). Spessori di malta inferiori ai 15 mm potranno essere applicati anche senza rete elettrosaldata, purché il contrasto all'espansione della malta sia assicurato dalle asperità (ca. 5 mm) del sottofondo in calcestruzzo.

Il diametro e la maglia della rete, saranno stabiliti dagli elaborati di progetto, in ogni caso sarà preferibile utilizzare reti con diametro ridotto (2-3 mm) a maglie strette (massimo 50 mm). Per quanto riguarda i connettori dovranno essere evitati quelli a fissaggio meccanico con espansione se non in presenza di calcestruzzo di elevata qualità.

Bagnatura del supporto

Prima dell'applicazione dei prodotti per il ripristino e solo nel caso in cui non sia stato impiegato il vapore per la pulizia del sottofondo, questo dovrà essere bagnato fino a saturazione, evitando comunque veli o ristagni di acqua sulla superficie che potranno essere rimossi mediante aria compressa o stracci; lo scopo sarà quello di ottenere un sottofondo saturo di acqua a superficie asciutta.

Protezione dei ferri dell'armatura

La protezione dell'armatura avverrà mediante l'applicazione a pennello di una mano di boiaccia passivante anticarbonatante, reoplastica-pennellabile e con inibitori di corrosione migratori (che, migrando dai ferri trattati a

quelli direttamente collegati ed a quelli adiacenti, assicurano una valida e duratura protezione al fenomeno di carbonatazione e ossidazione) realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm. Il prodotto dovrà essere bicomponente (A = miscela di leganti idraulici con micro silicati, cariche silicee e inibitori di corrosione migratori, B = polimeri in dispersione acquosa; rapporto tra A e B variabile da 2:1 a 3:1); in ogni caso le caratteristiche minime della boiaccia dovranno essere: adesione all'armatura ed al cls > 2,5 Mpa (1gg); > 9,0 Mpa (28gg), permeabilità al vapore acqueo: 85µ, resistenza alla nebbia salina dopo 120 h nessuna corrosione, pH > 12, classe 0 di reazione al fuoco.

Immediatamente dopo aver sabbiato o spazzolato i ferri d'armatura, fino ad ottenere il ferro privo di ruggine (ferro bianco), si applicherà con pennello il prodotto in due mani avendo cura di originare uno strato continuo, omogeneo e con spessore massimo, per singola applicazione, di 1,5÷2 mm.

Al termine si dovrà procedere all'applicazione della malta per il ripristino da eseguire quando la boiaccia passivante non è ancora indurita (intervento fresco su fresco).

Ripristino sezione originaria mediante cazzuola

Prima dell'indurimento della seconda mano della boiaccia passivante antiruggine migratoria (intervento fresco su fresco) e previa scrupolosa bagnatura delle parti di calcestruzzo si applicherà, (premendolo bene sul supporto, cercando di compattare il sottofondo con l'aiuto della cazzuola, spatola od anche di tavolette di legno per gli spigoli più difficili) uno strato (in spessori fino a 25-30 mm in una sola mano) di malta a base di leganti idraulici e microsilicati, fibrorinforzata con fibre in polipropilene, a consistenza tixotropica, a ritiro controllato, ad alta adesione con inibitori di corrosione organici, impastata con sola acqua (in ragione di ca. 16 l di acqua pulita ogni sacco di 100 kg), senza far uso di casseforme fisse (caratteristiche meccaniche minime della malta da ripristino: adesione al cls 3 gg = 3,5 Mpa 28 gg = 5,5 Mpa; modulo elastico 26000 Mpa; resistenza a compressione dopo 7 giorni > 450 kg/cm²; dopo 28 giorni > 650 kg/cm²; resistenza a flessione dopo 7 giorni > 75 kg/cm²; dopo 28 giorni > 90 kg/cm², diametro massimo inerte 1,5mm).

In caso di necessità si potrà procedere all'applicazione di strati successivi al primo, (nello spessore massimo di 30 mm per strato), fino al raggiungimento dello spessore necessario comunque non superiore a 100 mm. A posa ultimata, la superficie della malta sarà mantenuta umida per almeno 24 ore irrorandola, se necessario, con acqua nebulizzata, al fine di garantire l'assestamento.

Al fine di contribuire al mantenimento dell'azione anticorrosiva (in particolare in ambiente marino) si procederà a mescolare la malta idraulica tixotropica fibrorinforzata con un additivo liquido con una funzione anticorrosione di molecole che migrano e si fissano sulle superfici metalliche. Dosaggio 0,6 lt/m³.

Protezione

La protezione finale sarà garantita da una pittura protettiva anticarbonatazione del calcestruzzo (con colore scelto dalla D.L.), a base di copolimeri acrilici e resine sintetiche insaponificabili, con buona permeabilità al vapore acqueo, diluita con acqua (0,4 l di acqua ogni l di prodotto per la prima mano, 0,2 l di acqua per la seconda). Il protettivo dovrà essere applicato su superfici perfettamente asciutte, con due mani, a distanza di non più di 24 ore l'una dall'altra; potrà essere applicato a pennello, o rullo, od irroratrice a bassa pressione in ragione di 0,200 l/m² nelle due passate.

Nel caso in cui le prescrizioni di progetto prevedono il trattamento di protezione anche su superfici non oggetto di ripristino sarà consigliabile, al fine di migliorare l'adesione della "verniciatura" sul supporto di cls, applicare una mano di *primer* specifico utile a garantire l'uniformità d'assorbimento del supporto e maggior durata della protezione finale.

Per tutta la durata delle operazioni di restauro e fino ad almeno 72 ore dopo il trattamento di protezione si dovrà proteggere, mediante idonee barriere scelte dalla D.L., la zona d'intervento da eventuali correnti d'aria, piogge, gelo o da irraggiamento solare diretto.

Eventuale posizionamento di nuova armatura

Previo eventuale raddrizzamento delle barre presenti ovvero eliminazione dei ferri longitudinali oramai elasticizzati si procederà, se necessario, alla messa in opera di barre nervate aggiuntive in acciaio inossidabile o zincato Fe B 44 K e ad eventuali staffe sagomate in opera di dimensione e passo (si consiglia ridotto nelle vicinanze delle giunture o dei nodi strutturali) del tutto simili all'esistente.

Nelle vicinanze dei nodi sarà opportuno che i ferri aggiunti siano passanti da parte a parte; a tal fine sarà necessario effettuare dei perfori di passaggio che successivamente, saranno riempiti con malta priva di ritiro. Sarà, inoltre, opportuno sfalsare gli ancoraggi, ed al fine di migliorare l'efficacia della sovrapposizione, si procederà a "legare" le barre sovrapposte mediante fasciatura, con filo in acciaio di diametro 1-2 mm, lungo la giuntura. Si ricorda che, per migliorare le giunzioni, si potrà ricorrere al confinamento mediante una fitta armatura trasversale (staffe) che avvolga la zona trattata. Saranno da evitare le saldature che, pur presentando un'elevata resistenza, potranno produrre elementi di fragilità puntuale; comunque se si sceglierà questa soluzione (in ragione anche della reale saldabilità dei ferri esistenti con quelli aggiuntivi) si dovranno realizzare saldature a cordoni d'angolo tra i monconi di armature sovrapposte; non si dovranno in ogni caso eseguire saldature di testa.

Nei casi in cui la sezione da recuperare sia superiore ai 40-50 mm sarà consigliabile posizionare una leggera rete elettrosaldata Fe B 38 K in acciaio zincato adeguatamente dimensionata, in alternativa si potranno utilizzare idonee reti in polipropilene (PP) bi-orientate prodotte per estrusione (caratteristiche medie: maglia 40x30 mm, peso unitario 650 g/m², resistenza a trazione nelle due direzioni 40 kN/m², allungamento > 10%); questa "armatura superficiale" avrà il duplice scopo di "legare" la nuova armatura e fornire un valido supporto al riporto di malta.

PRESCRIZIONI PER LE OPERE DI CONSOLIDAMENTO CLS PER LE OPERE A PROGETTO

In particolare, gli interventi da eseguire sono i seguenti: spicconatura dell'intonaco di protezione dei ferri, spazzolatura dei ferri sabbiatura fino al vivo del ferro (sabbiatura realizzata secondo la specifica SSPC-SP/10/063, grado di pulitura SA 2), trattamento con inibitori di corrosione migratori dei ferri; laddove le staffe siano lesionate, creare nuovamente i collegamenti con l'utilizzo di barre galvanizzate della dimensione necessaria; realizzazione di uno strato terminale di almeno 2 cm di intonaco di protezione, costituito da malta tixotropica, anch'essa additivata con inibitori di corrosione migratori. Potrebbe essere necessario puntellare l'architrave a carattere di precauzione durante le operazioni.

Il ripristino degli architravi che si trovano ai piani superiori verrà realizzato con l'ausilio dei ponteggi già messi in opera per i lavori di ripristino/sostituzione delle coperture. Nel caso in cui gli architravi si trovassero al piano terreno, verranno utilizzati ponteggi dell'altezza necessaria costruiti dall'Appaltatore al momento dell'intervento.

Dato il carattere forfetario dell'articolo, non verrà fatta distinzione di sorta per quanto ha tratto con le caratteristiche dimensionali degli architravi in questione, ma si misureranno semplicemente le loro lunghezze libere ossia le luci nette delle aperture di cui costituiscono appunto gli architravi.

Di seguito vengono sintetizzati i passaggi principali dell'intervento:

- Puntellatura dell'architrave durante i lavori. Questa operazione verrà realizzata solo laddove si ritenga, in accordo con la DL, che esistano problemi di stabilità dell'architrave. La puntellatura dovrà comunque essere posta in modo che non vengano obliterate porzioni da trattare. La puntellatura verrà realizzata di norma con una struttura in tubo giunto zincata, e la parte a contatto con l'armatura non dovrà essere in nessun caso arrugginita o realizzata in materiale ferroso non trattato con zincatura.
- Spicconatura dei copriferri degradati e messa a nudo dei ferri ossidati.
- Trattamenti di protezione dei ferri d'armatura tramite raschiatura e spazzolatura con spazzole metalliche per eliminazione residui, ruggine, ecc. Al termine di questo trattamento verrà valutata la dimensione residuale dei ferri d'armatura, per decidere come procedere al trattamento successivo. Sabbiatura realizzata secondo la specifica SSPC-SP/10/063, grado di pulitura SA 2: la sabbiatura comunque dovrà essere realizzata con inerte relativamente "fine" (per non compromettere l'integrità delle superfici). Applicazione di miscela cementizia anticorrosione a pennello, per creare uno strato continuo e omogeneo con spessore massimo di 1,5-2,00 mm.

- Trattamento dei copriferri non decoesi tramite applicazione di prodotto inibitore di corrosione migratorio per impregnazione e penetrazione, da applicare a spruzzo o a rullo sulle superfici in calcestruzzo residuali della trave/architrave da ripristinare. Trattamento da realizzare in due mani.
- Formazione nuovi copriferri con uso di malta cementizia fibrorinforzata miscelata con additivo inibitore di corrosione.

Art. IV.32 - Protezione delle creste murarie

Lo scopo che si prefigge tale procedura è quello di garantire la conservazione delle sommità dei muri e delle parti in vista dei manufatti architettonici ridotti allo stato di rudere tramite la realizzazione di "superfici di sacrificio" che si degradano, nel tempo, al posto della muratura sottostante. Le porzioni di muratura superiori, soprattutto quando si tratta di manufatti archeologici, costituiscono la parte più debole e più esposta al degrado, quella che più di altre è soggetta a subire l'azione meccanica della pioggia e l'aggressione dalle erbe infestanti; per questo, in assenza di un'adeguata protezione, l'infiltrazione delle acque e la disgregazione delle malte avviano il lento disfacimento della muratura. La tipologia di intervento indirizzata a salvaguardare le creste dei muri prevede alcuni accorgimenti preliminari indispensabili al fine di garantire la buona riuscita della specifica operazione di protezione.

Operazioni preliminari

Rilievo dello stato di fatto: pianta al livello del terreno e della cresta, sezioni verticali (intervallate ogni 30-60 cm) per tutta la lunghezza della cresta da proteggere;

- asportazione delle eventuali erbe infestanti presenti nella zona sommitale della muratura, verificando, preventivamente, se i loro apparati radicali si sono sviluppati in profondità, ramificandosi all'interno della muratura tanto da contribuire all'effettiva stabilità della struttura. La rimozione della vegetazione e delle eventuali incrostazioni di licheni nocivi rinvenuti (ricorrendo a trattamenti biocidi) dovrà essere realizzata seguendo quanto riportato negli articoli specifici;
- pulitura meccanica della superficie ricorrendo all'utilizzo di spazzole di saggina o di aspiratore e successivo lavaggio con acqua deionizzata allo scopo di rimuovere lo sporco rinvenuto (terra e depositi vari) seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici;
- consolidamento ed, eventuale, integrazione della muratura se necessario procedendo seguendo le indicazioni riportate negli specifici articoli;
- stuccatura delle eventuali fessure presenti tra i diversi elementi (previa rimozione della malta ammalorata) utilizzando malta di calce (eventualmente addizionata a cocciopesto) o con stoppa imbevuta di calce.

Protezione delle creste dei muri con la messa in opera di malta e pietrame

La messa in opera di malta e pietrame a protezione delle creste dei muri risulta essere, tra le diverse superfici di sacrificio realizzabili, l'operazione più semplice. Dopo aver effettuato le operazioni preliminari precedentemente descritte, si procederà alla messa in opera, direttamente sulla superficie della cresta, di uno strato di malta (alto circa 5-8 cm) nel quale sarà infisso pietrame o frammenti di laterizio pieno, in maniera tale da inglobarli, ma non ricoprirli, nella malta. La malta dovrà essere di calce idraulica naturale e grassello di calce e addizionata con fibre per cls anti-ritiro così da evitare il probabile inconveniente di cretture da ritiro e da gelività, causa principe di infiltrazioni d'acqua all'interno delle murature. La composizione della malta dovrà tener conto delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale costituente la muratura da proteggere allo scopo di evitare danni riconducibili ad una incompatibilità materica tra le due superfici. Lo scopo del pietrame è quello di ovviare ad una monotona uniformità delle superfici così da rendere la linea delle creste più frastagliata.

In relazione al materiale che verrà messo in opera, varierà la composizione della malta: per pietre calcaree si potrà utilizzare una malta rapporto legante inerte 1:2,5 (3 parti di calce idraulica naturale, 1 parte di grassello di calce, 10 parti di sabbia lavata e vagliata); nel caso di pietre silicee la malta potrà avere un rapporto legante inerte 1:3 (2 parti di calce idraulica naturale, 1 parte di cemento bianco, 12 parti di sabbia lavata e vagliata); per la messa in opera di

laterizi la composizione della malta potrà avere un rapporto legante inerte 1:2,5 (1 parte di calce idraulica naturale, 3 parti di grassello di calce, 2 parti di cocciopesto, 8 parti di sabbia lavata e vagliata).

L'operazione si concluderà con l'applicazione (per infiltrazioni o pennellature) del trattamento protettivo idrorepellente delle superfici; tale trattamento dovrà essere ripetuto nel tempo ad intervalli regolari così da mantenere l'efficacia e la durata della protezione.

Art. IV.33 – Operazioni di protezione di materiali lignei

Generalità

La salvaguardia del legno dall'attacco di funghi o insetti dovrà garantire la buona conservazione del materiale nel tempo; la protezione del legno avverrà mediante l'utilizzo di sostanze chimiche che lo renderanno tossico garantendone così la repellenza all'aggressione da parte di funghi, organismi marini e insetti. I protettivi da utilizzare saranno di vario tipo e potranno essere impiegati in base alla tipologia, l'esposizione e l'esercizio del manufatto da proteggere. Saranno, in ogni caso, da evitare applicazioni di prodotto in forti spessori, in quanto lo scopo dovrà essere quello di proteggere il legno e non isolarlo dall'ambiente.

I prodotti capaci di preservare i materiali lignei potranno essere; composti chimici semplici o miscele di diversi formulati come ad esempio, le sostanze sintetiche in solventi organici, i sali minerali solubili in acqua e i prodotti oleosi naturali.

Art. IV.33.1. Preparazione del supporto

Il legno dovrà risultare essiccato; nei legni placcati o compensati non dovrà essere presente, neppure in minima misura, l'acqua contenuta nella colla. Nei trattamenti dei manufatti in legno si dovrà aver cura di verniciare oltre le superfici in vista anche tutte le loro parti in grossezza; inoltre, nel corso dei trattamenti dei manufatti stessi, si dovrà tener conto della eventuale presenza di corpi estranei, quali ad esempio chiodi o simili, ed adottare ogni accorgimento e provvedimento per evitare futuri danni alle pitture o vernici dipendenti appunto dai predetti corpi estranei.

Bagnatura

La bagnatura dovrà essere effettuata inumidendo la superficie del legno con acqua calda mediante una spugna; quando la superficie risulterà essiccata si procederà alla eliminazione delle fibrille mediante carta abrasiva dei numeri 80-180; la carteggiatura dovrà essere sempre fatta nella direzione delle fibre del legno.

Carteggiatura di preparazione

La carteggiatura di preparazione dovrà essere eseguita a secco con carte abrasive dei numeri 80-180, impiegando prima le carte di grana più grossa e procedendo poi con le carte di grana più fina. Ultimata la carteggiatura dovranno essere eliminati i residui legnosi, vetrosi e di ogni altra natura mediante soffiatura con aria.

Impregnamento con olio di lino cotto

Per l'impregnamento dei manufatti in legno dovrà essere impiegato olio di lino cotto, senza aggiungere essiccanti, coloranti od altre sostanze di qualsiasi natura e specie. L'impregnamento con olio di lino cotto dovrà essere effettuato esclusivamente a pennello. L'olio di lino cotto dovrà essere dosato con ogni cura per evitare sia la scarsa adesione in difetto d'olio, sia una pellicola troppo molle per sopportare i successivi trattamenti in caso di eccesso d'olio. L'eventuale eccesso d'olio dovrà essere asportato mediante un tampone. I successivi trattamenti di verniciatura non dovranno essere applicati se non prima che siano trascorsi almeno 30 giorni dall'impregnamento dei manufatti con olio di lino cotto. L'impregnamento con olio di lino cotto non dovrà essere effettuato nel caso che sia impiegato turapori alla nitro.

Turapori

L'applicazione del turapori dovrà essere effettuata a tampone e con forza così da assicurare la perfetta otturazione dei pori. Il turapori dovrà essere applicato prima nel senso trasversale alla fibra del legno e poi nel senso longitudinale. Subito dopo l'applicazione del turapori la superficie trattata dovrà essere ripulita con un panno per

eliminare ogni eccesso del prodotto e per ottenere una migliore penetrazione del prodotto stesso. L'applicazione del turapori dovrà essere effettuata prima dell'essiccazione dell'olio di lino cotto impiegato per l'impregnamento.

Stuccatura

Le stuccature, per eliminare limitatissime e consentite difettose formazioni del sopporto, dovranno essere eseguite con stucco a spatola.

Carteggiatura di livellamento

La carteggiatura di livellamento dovrà essere effettuata ad umido con carte abrasive dei numeri 180-220, con apposite ed idonee emulsioni, oppure con carte abrasive autolubrificanti degli stessi numeri 180-220 e senza impiego di acqua; ad operazione ultimata si dovrà procedere alla asportazione, con segatura di abete, di ogni eccesso di liquidi e componenti oleosi della carteggiatura e quindi alla pulizia della superficie con stracci e con soffiatura d'aria.

Art. IV.33.2 - Trattamento con prodotti vernicianti

I sistemi protettivi per il legno in esterni potranno essere classificati in:

- vernici trasparenti (*flattig*) a base di resine sintetiche monocomponenti. Queste vernici per effetto delle radiazioni solari (causa dell'indebolimento della pellicola pittorica) tenderanno a collassare nei punti critici come nodi, fessurazioni, giunti ecc.;
- vernici semitrasparenti a velatura (impregnanti) alla coppale (soluzioni di resina in essenza di trementina, eventualmente addizionate con modeste quantità di olio siccativo). Gli impregnanti penetreranno nel supporto, senza formare pellicola, offriranno una maggiore protezione dai raggi solari, rispetto alle vernici trasparenti per contro, però, potranno risultare più "sensibili" all'azione delle precipitazioni;
- vernici coprenti pigmentate (smalti) a base di resine sintetiche monocomponenti o resine naturali ed oli. I prodotti a base di resine naturali presenteranno il vantaggio di una minore nocività in fase d'applicazione in confronto ai prodotti sintetici ma al contempo avranno tempi d'essiccazione lunghi, perdita di brillantezza e, in alcuni casi, propensione alla formazione di muffe. Gli smalti, grazie all'elevato spessore del film garantiranno una buona protezione delle strutture trattate, anche se, con il passare del tempo, potranno manifestare crepature e scrostature localizzate, soprattutto in corrispondenza dei nodi.

I sistemi coprenti nasconderanno completamente la fibratura ed il colore naturale del legno, le vernici trasparenti e gli impregnanti (sistemi semicoprenti a velatura) saranno utilizzati quando si vorrà lasciare a vista le venature della specie legnosa.

Specifiche

Verniciatura a smalto

I manufatti dovranno essere sottoposti al seguente trattamento:

- a) spolveratura con spazzole di saggina;
- b) bagnatura, come specificato nell'articolo PR mli. 1.1. "Preparazione del supporto";
- c) carteggiatura di preparazione, come specificato nell'articolo PR mli. 1.1.;
- d) impregnamento con olio di lino cotto, come specificato nell'articolo PR mli. 1.1.;
- e) applicazione di turapori, come specificato nell'articolo PR mli. 1.1.; solo nel caso di legno di abete se ne potrà omettere l'applicazione;
- f) stuccatura, come specificato nell'articolo PR mli. 1.1.;
- g) carteggiatura di livellamento, come specificato nell'articolo PR mli. 1.1.;

h) mano di pittura opaca di fondo;

- i) due mani di smalto sintetico; la prima mano di smalto dovrà essere applicata soltanto quando il supporto sarà perfettamente asciutto e non prima che siano trascorse almeno 24 ore dall'applicazione della mano di fondo. Qualora il colore prescelto sia di tonalità scura, la prima mano dovrà essere di colore visibilmente più chiaro, mentre se il colore finale dovrà essere chiaro la prima mano dovrà essere di tonalità visibilmente più scura.

Verniciatura con pitture oleosintetiche

Per la verniciatura di manufatti in legno con pitture oleosintetiche, da effettuare solo nei casi specificatamente previsti, si dovrà procedere così come prescritto per le verniciature a smalto, ad eccezione delle due mani di smalto che saranno sostituite con due mani di pittura oleosintetica.

Lucidatura a spirito e gommalacca

La lucidatura a spirito dovrà essere effettuata, previa preparazione del supporto (come alle lettere a), b), c), d), e), f), mediante un tampone di ovatta imbevuto della soluzione di spirito e gommalacca. Il tampone dovrà essere ripetutamente passato con movimento circolare sulla superficie da lucidare facendo in modo che ogni passata insista su una superficie già asciutta ed evitando soste del tampone sulla superficie da lucidare. Ogni qualvolta il tampone risulterà asciutto lo si dovrà inumidire mediante aspersione della predetta soluzione. La lucidatura sarà considerata ultimata quando la superficie risulterà a specchio riflettendo l'immagine. La lucidatura a spirito non dovrà essere eseguita sulle superfici dei manufatti esposte agli agenti atmosferici.

Verniciature trasparenti

I manufatti dovranno essere sottoposti al trattamento di preparazione previsto per la verniciatura a smalto (lettere a), b), c), d), e), f), g). Particolare cura sarà posta nella eliminazione dell'eventuale eccesso di olio di lino. Il trattamento sarà completato con tre mani di vernice trasparente, da applicare a distanza di almeno 24 ore una dall'altra.

Art. IV.33.3 - Trattamento con sistemi pellicolanti

Il trattamento dovrà, necessariamente, essere preceduto da un'adeguata preparazione del supporto realizzata mediante pulitura sgrassante al fine di rimuovere ogni traccia di sostanze incoerenti, unti, grassi ecc.; successivamente, previa asportazione dei precedenti strati di vernici o pitture in fase di distacco (mediante raschiatura manuale o sverniciatura con decapante o altro sistema indicato negli elaborati di progetto), dovranno essere eseguite le necessarie stuccature con stucco sintetico o colla di legno (per maggiori dettagli sulle stuccature si rimanda a quanto detto nell'articolo specifico) delle fessurazioni e la carteggiatura della superficie con carta abrasiva a secco (grana 80-100) al fine di eliminare il materiale eccedente e favorire l'adesione della nuova pitturazione. Prima dell'esecuzione del trattamento protettivo dovranno essere eseguite eventuali lavorazioni di ripristino di parti mancanti o eccessivamente degradate (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto nell'articolo sulla tassellatura).

Eseguite le operazioni preliminari, si applicherà, tramite pennello a setola morbida o mini-rulli, il primo strato di pittura, trasparente o pigmentata, eventualmente diluita (ad es. con ragia minerale); particolare attenzione dovrà essere fatta nel coprire uniformemente il supporto e nell'evitare di lasciare colature di materiale. Quando lo strato di fondo sarà asciutto al tatto (circa 24 ore), ma non completamente essiccato, si procederà ad eseguire la mano di finitura che, secondo le indicazioni di progetto, potrà essere brillante o satinata.

Specifiche

L'operazione dovrà avvenire con temperatura ambiente (+5 °C, +30 °C con U.R. inferiore al 70%), in assenza di vento; le superfici lignee trattate dovranno essere bene asciutte, inoltre, dovranno essere protette da pioggia battente ed umidità fino a completa essiccazione (almeno 5-6 giorni) del prodotto applicato.

Art. IV.33.4 - Trattamento con olio di lino

Questo tipo di protezione verrà realizzata previa ispezione puntuale della superficie al fine di rilevare eventuali anomalie (marcescenze, parti mancanti ecc.) o deterioramenti (attacchi di insetti) che, se riscontrati, dovranno essere opportunamente risolti; dopodiché si procederà con il lavaggio sgrassante della superficie (utilizzando soda

o altro materiale basico) allo scopo di eliminare tracce di sporco, unto e grasso, ultimando l'operazione con un lavaggio così da asportare il prodotto sgrassante. La superficie verrà successivamente raschiata (con l'ausilio di raschietti al fine di eliminare residui di pitture in fase di distacco) e carteggiata (con carta abrasiva a secco grana 80) in modo da garantire un maggiore aggrappaggio del trattamento successivo; la stuccatura delle fessure (e dei bordi delle eventuali parti ancora verniciate così da raccordare i dislivelli) potrà essere realizzata utilizzando stucco all'olio o, in caso di fessure considerevoli, con pasta di legno (polvere di legno e collante polimerico); dopo l'essiccazione dello stucco la superficie dovrà essere ulteriormente carteggiata allo scopo di togliere il materiale in eccesso.

Sul supporto verrà applicata una prima mano, mediante pennello, di primo fondo impregnante (a base di olio di lino e resine naturali) in particolare sulle parti di legno precedentemente preparate in modo da coprire uniformemente tutta la superficie assicurando la penetrazione all'interno delle venature del legno. Ad essiccazione avvenuta (circa dopo 2-6 giorni) previa verifica del suo stato (asciutta al tatto e ben aderente al supporto) si procederà alla levigazione della superficie mediante carteggiatura e alla messa in opera del fondo di riempimento (olio di lino eventualmente pigmentato con minio di piombo nel caso si dovessero raccordare la superficie pitturata con quella al naturale) mediante pennelli o mini rulli, stuccando con idoneo stucco l'eventuali restanti parti lacunose; quando questo strato risulterà essiccato (2-6 giorni) e carteggiato, asciutto e pulito verrà applicata una prima mano di finitura (olio di lino eventualmente pigmentato con ossidi di ferro precipitati o terre naturali) con pennelli o mini rulli in modo da coprire tutta la superficie e, ad asciugatura avvenuta, una seconda mano avendo cura di proteggere le superfici dalle intemperie fino ad avvenuto essiccamento. Dopo circa 10-15 minuti dall'applicazione, l'eventuale eccesso di prodotto impregnante (non assorbito dal supporto) dovrà essere rimosso con l'ausilio di panno morbido.

Avvertenze

L'applicazione del prodotto dovrà essere fatta con temperatura esterna compresa tra i +5 °C e i + 35 °C e, con un'umidità relativa non superiore al 70%, operando gli opportuni accorgimenti protettivi per superfici esposte al sole e al vento.

Specifiche sui materiali

L'olio di lino è un prodotto naturale essiccativo ricavato dalla *linum usitatissimum*. Olio grasso essiccativo costituito per l'85-90% da gliceridi degli acidi grassi non saturi. In strato sottile si ossida e solidifica se esposto all'aria; al fine di migliorare il potere essiccativo ed accelerare la formazione della pellicola si potrà far subire all'olio un principio di cottura a 150-320 °C. L'olio di lino cotto, rispetto a quello crudo ha un colore giallo-bruno rossastro (contro il più o meno giallo di quello crudo) secca in tempi più veloci (circa 24 ore), è più solubile in alcool ma si presenta molto denso e vischioso.

Art. IV.33.5 - Trattamento con sostanze antitarlo, antimuffa e antifungo

La superficie lignea in oggetto dovrà essere priva di macroscopiche anomalie che potrebbero provocare l'insorgenza di degradi a trattamento ultimato (marcescenze, parti mancanti ecc.) e priva di residui di precedenti vernici, cere, grassi e polveri, che dovranno essere rimossi secondo le tecniche esplicitate nell'articolo inerente la pulitura degli elementi lignei. Prima di effettuare il trattamento preservante la struttura dovrà essere puntualmente ispezionata (per tutta la superficie in maniera puntuale) ricorrendo a strumenti come punteruolo, scalpello e martello al fine di saggiare la consistenza del legno, asportarne piccole porzioni da analizzare in laboratorio e battere il materiale al fine di individuare le zone, eventualmente, attaccate dagli insetti o funghi; se necessario si potrà ricorrere all'uso della lente d'ingrandimento per osservare gli eventuali fori di sfarfallamento e il rosario riscontrati (elementi in grado di rivelare la specie d'insetto e se l'attacco è ancora attivo); attraverso l'igrometro elettrico da legno sarà possibile misurare il contenuto d'umidità in modo da poter determinare se esiste o è in atto un attacco fungicida mentre, per accertare il reale stato conservativo si potrà utilizzare la trivella di Pressler che consentirà di effettuare piccoli carotaggi. È opportuno precisare che l'attacco da parte di insetti non sempre necessiterà di trattamento poiché alcuni di essi non depositano larve all'interno del materiale perciò, quando di queste specie (ad es. i Siricidi) si riscontreranno i fori di sfarfallamento significa che la fuoriuscita è già avvenuta; inoltre occorre tenere conto della datazione del materiale, se l'attacco si riscontra su strutture molto antiche (oltre un secolo) spesso volte non risulterà più attivo. Eseguito l'eventuale consolidamento della superficie (stuccature, sostituzioni parziali ecc.) si potrà eseguire la procedura.

Il prodotto utilizzato per la protezione o disinfestazione dovrà presentare un bassissimo grado di tossicità, non dovrà formare una pellicola superficiale, produrre alterazioni cromatiche e dovrà consentire l'eventuale applicazione di una successiva verniciatura. L'applicazione del prodotto, potrà essere fatta a pennello o a spruzzo (in questo caso l'operatore dovrà ricorrere alle opportune protezioni per gli occhi e per le vie respiratorie) in modo da garantire una copertura uniforme della superficie; a tale riguardo potranno essere applicate più mani relazionandosi allo specifico prodotto utilizzato. Ad essiccazione del prodotto avvenuta (in media 4-6 ore) la parte trattata dovrà essere carteggiata (nel senso della venatura del legno ricorrendo all'uso di carta abrasiva di grana 100, 120) al fine di eliminare le eventuali fibre legnose rialzate durante l'applicazione del prodotto. Nel caso in cui all'interno del materiale si dovesse riscontrare la presenza d'insetti si dovrà procedere alla disinfestazione puntuale.

Art. IV.33.6 - Disinfestazione del legno

Dopo aver individuato con esattezza la tipologia d'insetto presente nel materiale si procederà con il trattamento disinfestante; questo dovrà essere fatto nel periodo di maggiore attività dell'insetto (generalmente primavera o inizio estate). I prodotti da utilizzare dovranno presentare una buona capacità di penetrazione all'interno del legno (tipo gli insetticidi disciolti in solvente organico), in modo da riuscire ad eliminare le larve e le crisalidi e, allo stesso tempo, dovranno essere in grado di impedire la penetrazione di altri insetti, per questo il prodotto dovrà essere applicato anche in superficie; l'applicazione del prodotto potrà essere fatta a spruzzo o a pennello per la superficie mentre tramite iniezioni (ricorrendo a siringhe) per garantire la penetrazione all'interno dei fori creati dagli stessi insetti in modo da assicurare il trattamento anche in profondità; le iniezioni dovranno essere realizzate seguendo le indicazioni specifiche al riguardo dettate dalla D.L. Il trattamento varierà in relazione alla tipologia di insetto presente (Anobiidi, Termiti del legno secco, Cerambicidi ecc.); i disinfestanti utilizzabili al riguardo potranno essere diversi (impiegati, generalmente, in media 250/300 g/m² di legno); tra i più comunemente usati si potrà ricorrere a quelli a base di naftalina clorurata, paradiclorobenzolo, ossido tributilico di stagno ecc. Nel caso di termiti sotterranee non sarà sufficiente limitare il trattamento alla struttura colpita ma dovrà essere interrotto il flusso degli insetti dal nido presente nel terreno dell'immobile; intorno a questo dovrà essere realizzata una barriera costituita da preservanti immessi direttamente nel terreno (dove non è possibile verranno realizzati dei fori nel pavimento più vicino al terreno) ricorrendo a prodotti a base di regolatori della crescita capaci di impedire la formazione della chitina in modo che le termiti sopperiscano al momento della muta. Per ovviare all'attacco del materiale da parte dei funghi, le sostanze utilizzabili potranno essere miscele a base di fluoruri (miscele di fluoruri con sali arsenicati di sodio); sarà importante, inoltre, mantenere i valori di umidità tra il 10% e il 15% (l'attacco dei funghi si manifesta generalmente quando il legno raggiunge un'umidità superiore al 20%). L'efficacia della procedura di disinfestazione sarà, in ogni caso, vincolata all'accuratezza della messa in opera e soprattutto al reale sviluppo su tutta la superficie: i punti delicati saranno le sezioni di testa, le giunzioni, gli appoggi e in genere le alterazioni dovute ad incastri, tratti di sega, buchi per chiodi; in questi tratti sarà essenziale porre la massima attenzione affinché il trattamento li coinvolga completamente.

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto ed in accordo con la D.L. si potrà operare nel seguente modo: s'inserirà tra le due superfici di contatto, oppure sulle sezioni di testa, una pasta composta al 50% da sale biocida (ad es. utilizzando una miscela composta da fluoruri e sali arsenicati di sodio) e al 50% d'acqua (di norma il consumo di pasta sarà di circa 0,75-0,80 kg/m² di superficie) e si ripasseranno, infine, tutte le connessioni e/o sezioni di testa con la medesima soluzione salina. La procedura operativa dovrà essere seguita dopo 2 anni da un intervento a spruzzo con gli stessi sali, intervento che andrà ripetuto dopo 5 anni dal primo.

Art. IV.33.7 - Trattamento con sostanze ignifughe

L'impiego di prodotti vernicianti di protezione dal fuoco, su strutture lignee, è previsto e normato dal DM 6 marzo 1992: "Norme tecniche procedurali per la classificazione di reazione al fuoco e omologazione dei prodotti vernicianti ignifughi applicati sui materiali legnosi".

Il trattamento delle superfici lignee mediante l'applicazione di sostanze ignifughe avrà lo scopo di abbassare la velocità di penetrazione della carbonatazione: le vernici sottoposte alle temperature elevate, presenteranno, infatti, la caratteristica di espandersi generando una schiuma isolante ed incombustibile che creerà uno strato coibente intorno alla struttura trattata. Il tempo di protezione al fuoco (classe della pittura) sarà in rapporto alla natura del supporto e allo spessore applicato; di norma i prodotti utilizzati per una corretta ignifugazione saranno a base di silicati di sodio o di potassio miscelati a talco o caolino (rapporto 80:20), da applicarsi a pennello in tre spalmature.

I supporti oggetto di trattamento dovranno essere preventivamente puliti, asciutti ed esenti da polveri, muffe, grassi, parti marcescenti; al fine di favorire l'aggrappaggio potrà rivelarsi utile irruvidire la superficie mediante leggera carteggiatura.

Avvertenze

Sarà necessario che le sostanze ignifuganti non emettano in caso di incendio gas tossici per l'uomo, che assolutamente non corrodano eventuali parti metalliche e abbiano contemporaneamente una buona efficacia biocida.

Art. IV.34 - Opere di presidio (puntelli, centinature e armature provvisionali)

La procedura di consolidamento provvisoria (puntellamento) dovrà, necessariamente, garantire condizioni provvisorie di sicurezza nei manufatti dissestati durante le procedure di consolidamento definitivo. I suddetti lavori di puntellamento dovranno, altresì, assolvere il duplice requisito di efficacia ed economia.

Le opere di presidio saranno eseguite, se non diversamente specificato dalla D.L., in pali di ferro (tubi "innocenti" uniti con giunti bullonati tropicalizzati) zincato.

Gli elementi verranno messi a contrasto con l'organismo murario da presidiare, cercando di evitare la formazione di punti singolari di forza, mediante una diffusione del carico della muratura o ad un'altra struttura muraria in migliori condizioni statiche, oppure all'esterno della struttura muraria sul terreno limitrofo. Nel primo caso si renderà necessario rafforzare le porzioni circostanti e sottostanti la zona puntellata (ad es. puntellando anche i vani sottostanti fino a quello cantinato ovvero murando i vani sottostanti a quello presidiato) così da evitare che il trasferimento dei carichi su una muratura, che potrebbe essere di per sé già non in perfette condizioni statiche, provochi in questa dissesti con eventuali ripercussioni a catena.

La struttura di contrasto a diretto contatto con l'apparecchio murario da sostenere con il puntellamento dovrà essere costituita, se non diversamente specificato dalla D.L., da un tavolato ligneo (se non diversamente specificato, di spessore 30-40 mm) in ragione della migliore adattabilità che questo materiale presenta ad una qualsiasi superficie; qualora la superficie da presidiare fosse particolarmente delicata ovvero decorata con pittura ad affresco o con altra tecnica pittorica o presentasse superfici a mosaico sarà necessario anteporre al tavolato ligneo uno "spessore" di materiale soffice, quale ad esempio gommapiuma od altro materiale ritenuto idoneo dalla D.L.

I puntelli che svolgeranno un'azione di *sostegno* (per "resistere" a carichi verticali o spostamenti verticali che la struttura subisce a causa del dissesto come ad es. cedimenti di fondazione, rotture di architravi ecc.) di strutture orizzontali (solai, davanzali, travature ecc.) saranno costituiti da ritti verticali, elementi metallici a "T", ovvero i cosiddetti ritti di cantiere ("cristi") normalmente impiegati per sostenere la messa in opera di orizzontamenti piani. I puntelli di sostegno potranno anche essere costituiti da aste inclinate (ad es. per la messa in opera di fascio radiale per contrastare, in posizione di sostegno, i cedimenti e le deformazioni di volte e di archi) la cui inclinazione sarà variabile in ragione alla disponibilità di spazio, all'altezza, alla massa della parete ovvero dell'elemento da sostenere e allo sforzo cui sarà sottoposto. Prima di predisporre questo particolare presidio provvisoriale si renderà indispensabile accertare la sola verticalità delle azioni deformative in quanto una puntellatura di solo sostegno, in presenza di moti traslatori di natura diversa, potrebbe arrecare essa stessa danni ulteriori alle strutture.

Nel caso in cui le strutture di presidio dovessero assolvere l'azione di *ritegno* di strutture verticali (per fronteggiare movimenti di traslazione orizzontale, in presenza o meno di rotazione quali, ad esempio, ribaltamento di pareti) potranno essere costituite da aste inclinate a testa semplicemente aderente; al fine di evitare lo scorrimento del puntello sull'apparecchio murario sarà necessario che l'angolo d'inclinazione dell'asta non sia maggiore dell'angolo d'attrito tra la muratura e la stessa asta. Allorché la testa del puntello sia posta molto in alto, il puntello dovrà necessariamente diventare una struttura reticolare così da limitare la lunghezza libera di inflessione degli elementi che lo compongono. Al fine di evitare rischi che potrebbero arrecare danni alla stabilità ed alla integrità degli edifici limitrofi dovrà essere, dove possibile, evitata la messa in opera di dispositivi orizzontali ed inclinati a contrasto con manufatti prospicienti.

Nel caso in cui il puntello sia tenuto a impedire lo spanciamento di una parete sarà necessario che esso venga posto in modo che il suo asse incontri la spinta in mezzzeria del maschio murario, così da eludere effetti flessionali sul maschio stesso. In questa specifica situazione il puntello sarà soggetto ad un carico uguale alla componente orizzontale della spinta.

Qualora le opere di presidio dovessero svolgere la doppia funzione di *sostegno e ritegno* (per contrastare stati in cui ai carichi verticali si uniscono spinte di archi e volte che tendono al ribaltamento del muro) sarà necessario predisporre puntelli con disposizione inclinata e con innesti tesi a contrastare sia movimenti di traslazione verticale sia di rotazione.

I puntelli semplici e doppi potranno essere impiegati singolarmente, in coppia ovvero in gruppo connessi con elementi trasversali e di controventatura, così da presidiare porzioni di manufatti anche molto ampie.

In linea generale i puntelli dovranno soddisfare le seguenti condizioni:

- alleviare la struttura di parte del carico; questa quota di carico potrà, in caso di emergenza, essere stimata con semplici considerazioni intuitive che normalmente dovranno tener conto della natura, della gravità e dell'estensione del dissesto, nonché del rapporto tra pieni e vuoti della muratura sovrastante e sottostante il punto di azione del puntello;
- essere rigidamente vincolati alle strutture da presidiare con l'estremità (testa) e con l'altro estremo (piede) ad una base di appoggio (interna od esterna alla struttura) capace di ricevere l'azione assiale del puntello senza deformarsi. Al fine di assolvere la suddetta condizione occorre predisporre per la testa dei cunei lignei (biette) di essenze dure, al fine di mettere in forza i puntelli, mentre per il piede si predisporrà una adeguata piastra di distribuzione così da evitare che un eventuale cedimento del terreno provochi la perdita di contrasto da parte del puntello; la base, che dovrà risultare normale ai puntelli, potrà essere costituita da travi o assiti lignei (2 o più, spessore minimo di ogni tavola 30-40 mm) normali tra loro, il puntello sarà vincolato al tavolato mediante gattello ligneo con chiodatura alla "traditoria" ovvero con picchetto ligneo incastrato nel terreno e legato con fasciatura metallica.
- essere stabili sia alla compressione che alla pressoflessione;
- essere costituiti da materiale avente caratteristiche di inossidabilità e non marcescenza

Specifiche sui campi di applicazione

Le opere di presidio potranno essere messe in opere, a seconda delle esigenze, per demolizioni totali o parziali di solai e coperture, per il sostegno dei piani inferiori laddove sia prevista una demolizione ai piani superiori, per rimozioni, per consolidamenti in opera, per ritenimento di murature soggette a movimenti deformanti o non più connesse a causa della rimozione delle coperture/solai, ed infine per assicurare l'integrità fisica degli addetti.

Avvertenze

Nel caso non ci siano le condizioni per affrontare una progettazione accurata del sistema di puntellamento sarà necessario demandare alla prassi esecutiva corrente la messa in opera del puntellamento provvisorio, in questo caso dovrà essere obbligatorio far svolgere i lavori di presidio sotto il continuo controllo da parte del Tecnico incaricato del consolidamento definitivo.

Le opere di presidio dovranno essere in grado di non trasmettere improprie sollecitazioni sia al manufatto oggetto di intervento sia a quelli limitrofi. Particolare attenzione dovrà, infine, essere fatta nella fase di rimozione delle armature di sostegno le quali dovranno essere "munite" di idonei dispositivi (ad es. cunei lignei) che, se in precedenza sono stati utili al fine di posizionare e controllare la messa in opera delle stesse, si rileveranno altresì utili per agevolare le operazioni di disarmo.

Art. IV.35 - Ricucitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale (scuci e cucì)

L'operazione di scuci e cucì consisterà nella risarcitura delle murature per mezzo della parziale sostituzione del materiale; le murature particolarmente degradate, al punto da essere irrecuperabili ed incapaci di assolvere la funzione statica, ovvero meccanica, saranno ripristinate con "nuovi" materiali compatibili per natura e dimensioni.

L'intervento potrà limitarsi al solo paramento murario oppure estendersi per tutto il suo spessore. La scelta del materiale di risarcitura dovrà essere fatta con estrema cura, i nuovi elementi dovranno essere del tutto simili agli originali. Laddove le circostanze lo consentiranno, potrà essere conveniente utilizzare materiale recuperato dallo stesso cantiere, (ricavato, ad esempio, da demolizioni o crolli) selezionandolo accuratamente al fine di evitare di riutilizzare elementi danneggiati e/o degradati. Prima di procedere con l'operazione di scuci e cuci si dovrà realizzare un rilievo accurato della porzione di muratura da sostituire al fine di circoscrivere puntualmente la zona da ripristinare dopodiché, dove si renderà necessario, si procederà alla messa in opera di opportuni puntellamenti così da evitare crolli o deformazioni indesiderate.

La porzione di muratura da sanare verrà divisa in cantieri (dimensionalmente rapportati alla grandezza dell'area interessata dall'intervento di norma non più alti di 1,5 m e larghi 1 m) dopodiché si procederà (dall'alto verso il basso) alternando le demolizioni e le successive ricostruzioni, in modo da non danneggiare le parti di murature limitrofe che dovranno continuare ad assolvere la funzione statica della struttura. La demolizione potrà essere eseguita ricorrendo a mezzi manuali (martelli, punte e leve) facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni; ad asportazione avvenuta la cavità dovrà essere pulita con l'ausilio di spazzole, raschietti o aspiratori, in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate negli articoli inerenti le puliture a base di acqua). La messa in opera del materiale dovrà essere tale da consentire l'inserimento di zeppe in legno tra la nuova muratura e la vecchia sovrastante, da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni pieni (ovvero con materiale compatibile) e malta fluida. Se l'intervento di scuci e cuci interessa la sola testa delle murature antiche per la creazione o l'adattamento di fori per l'alloggiamento delle travi, l'operazione dovrà essere condotta limitatamente all'area dei fori stessi, e non estendersi a tutta la porzione muraria dove essi sono (o devono essere) collocati.

Art. IV.36 - Consolidamento delle apparecchiature murarie

Art. IV.36.1 – Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti

La procedura è indicata, in generale, in presenza di lesioni diffuse e per apparecchi murari in pietra, dove spesso è possibile riscontrare dei vuoti e delle soluzioni di continuità interne presenti fin dall'origine, oppure formatesi a causa di dissesti o fenomeni di alterazione di diversa natura. L'intervento dovrà prevedere una preventiva attenta analisi della struttura al fine di individuare l'esatta localizzazione delle sue cavità, la natura e la composizione chimico-fisica dei materiali che la compongono.

Le indagini diagnostiche potranno essere eseguite attraverso tecniche comuni come la percussione della muratura oppure, ricorrendo a carotaggi con prelievo di materiale, a sondaggi endoscopici o, in funzione dell'importanza del manufatto e solo dietro specifica indicazione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, radar-stratigrafie ecc.). In presenza di murature particolari, con elevati spessori e di natura incerta, sarà, inoltre, obbligatorio attuare verifiche di consolidamento utilizzando differenti tipi di miscele su eventuali campioni tipo, così da assicurarsi che l'iniezione riesca a penetrare fino al livello interessato.

La procedura operativa conterà nell'iniettare una miscela entro fori convenientemente predisposti e presenterà due varianti:

- realizzazione di perforazioni regolarmente distribuite sull'apparecchio murario ed estrusione, per sola pressione di gravità e senza pressione artificiale, di boiaccia idraulica che, riempiendo le fratture e gli eventuali vuoti (sostituendosi e/o integrando la malta originaria), consoliderà la struttura muraria così da ripristinare la continuità della struttura anche in caso di muratura a sacco;
- realizzazione di perforazioni localizzate solo in zone limitate dell'apparecchio murario (ad es. le ammorsature tra muri d'angolo e di spina, o le strutture voltate ed arcate), con l'aggiunta dell'introduzione di barre in acciaio;

Sarà sconsigliato effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, l'utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, (in caso di utilizzo di materiali organici dovranno essere segnati gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzato), le modalità ed i tempi di applicazione.

Art. IV.36.2 - Consolidamento mediante iniezioni non armate

L'intervento sarà da attuarsi allorché l'apparecchio murario, sottomesso per lungo tempo a dilavamento o percolazione di acque meteoriche, o per la particolare tipologia costruttiva (ad es. a sacco), si presenti con cavità interne. Nessun beneficio si potrà ottenere da questa procedura se il setto murario oggetto di intervento non presenta cavità e fessure grossolane. L'apparecchio murario dovrà, quindi, essere sufficientemente iniettabile, ovvero dovrà presentare una struttura con una appropriata continuità tra i vuoti e, allo stesso tempo, la boiaccia legante dovrà essere pensata in modo da assicurare un'ideale penetrabilità ossia una fluidità atta a rispettare i tempi di esecuzione richiesti. La procedura operativa conterà delle seguenti fasi esecutive.

Preparazione del supporto

Stuccatura e/o sigillatura, su entrambe le facce della muratura, di tutte le fessure, sconnessioni, piccole fratture dei conci di pietra e/o laterizio e dei giunti di malta, così da avere un apparecchio murario "perfettamente chiuso", capace di ovviare l'eventuale trasudamento esterno delle malte da iniettare: qualora si operasse su murature intonacate sarà necessario accertare l'idoneità del rivestimento per l'esecuzione delle successive fasi; (per maggiori dettagli sulle procedure sopra descritte si rimanda agli articoli sulle stuccature e sui consolidamenti).

In alternativa alla stuccatura, per evitare la fuoriuscita di malta tra le pietre a facciavista, sarà possibile frapporre della stoppa o altro materiale occultante, in seguito removibile.

Esecuzione dei fori

L'esecuzione di perforazioni seguirà le indicazioni di progetto in base al quadro fessurativo ed al tipo di struttura (in assenza di queste si potranno operare 2-4 fori ogni metro quadrato); detti fori, di diametro opportuno (mediamente sarà sufficiente un diametro di 16-24 mm), saranno eseguiti mediante strumento a sola rotazione, munito di un tagliatore carotiere con corona d'acciaio ad alta durezza o di widia.

Sarà necessario eseguire le perforazioni con cura, verificando l'effettiva sovrapposizione, e comunicazione, delle aree iniettate (disposizione a quinconce), tramite l'utilizzo di appositi tubicini "testimone" dai quali potrà fuoriuscire l'esubero di miscela iniettata. I tubicini (con un diametro di circa 20 mm) verranno introdotti per almeno 10-12 cm ed, in seguito, sigillati con la stessa malta di iniezione a consistenza più densa (diminuendo cioè il quantitativo d'acqua nell'impasto).

In presenza di spessori inferiori ai 60-70 cm le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; oltre i 70 cm sarà necessario operare su entrambe le facce; nel caso in cui lo spessore risulti ancora maggiore, o ci si trovi nell'impossibilità di iniettare su entrambe le facce, si dovrà perforare la muratura da un solo lato per una profondità del foro tra i 2/3 e i 3/4 dello spessore del muro e mai di valore inferiore ai 10 cm. In presenza di cortine murarie in laterizio pieno sarà utile prevedere perforazioni inclinate di almeno 40-45° verso il basso fino a ottenere una profondità di 30-35 cm (in ogni caso stabilita in rapporto alla sezione del muro); tale operazione sarà conveniente al fine di ripartire meglio la boiaccia e per rendere partecipi i diversi strati di malta.

Precedentemente all'iniezione (almeno 24 ore prima) dovrà essere iniettata acqua nel circuito chiuso d'iniezione, al fine di saturare la massa muraria e di mantenere la densità della miscela. L'operazione di prelavaggio (eseguita con acqua pura, eventualmente addizionata con alcool) sarà, inoltre, conveniente sia per confermare le porzioni delle zone oggetto d'intervento, (corrispondenti alle zone umide), sia per segnalare l'esistenza d'eventuali lesioni non visibili. Durante la suddetta fase di pulitura-lavaggio si dovranno effettuare, se necessarie, le eventuali operazioni supplementari di rinzafo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

Iniezione della boiaccia legante

L'iniezione delle miscele (che, di norma dovranno essere omogenee, ben amalgamate ed esenti da grumi ed impurità) all'interno dei fori dovrà essere eseguita, preferibilmente, a sola gravità, posizionando ad una quota più alta rispetto ai fori il bocchettone di introduzione della miscela.

Previa preiniezione di acqua fino a saturazione si procederà a far penetrare la miscela dall'alto attraverso appositi bocchelli ad imbuto localizzati in lesioni o lacune (eventualmente "aiutate" asportando materiale deteriorato). Gli imbuti verranno rabboccati fino a che non si svuoteranno più, la procedura seguirà cantieri orizzontali (di circa 60-70 cm di altezza) dal basso verso l'alto; passate 24-48 ore si rabboccherà nuovamente con la miscela a base di calce

idraulica così da saturare le eventuali fessure formatesi per il ritiro; l'utilizzo di additivi antiritiro nelle miscele eviterà, di norma, questo ulteriore passaggio. Nel caso di murature a secco sarà necessario prevedere un ulteriore accorgimento, prima di procedere alla colatura della miscela legante. Le operazioni preliminari prevedranno, salvo diverse specifiche della D.L., oltre alla sigillatura profonda con malta a base di calce idraulica naturale, il posizionamento di guaina di protezione lungo l'apparecchio, la successiva messa in opera di cassaforma di contenimento a distanza di circa 15-20 cm e il successivo riempimento dello spazio tra cassaforma ed apparecchio con sabbia od altro materiale indicato dalla D.L.

Ad indurimento della miscela (dopo circa 2-3 giorni), i boccagli potranno essere rimossi ed i fori sigillati con malta appropriata (si rimanda a quanto detto negli articoli riguardanti le stuccature).

Se non fosse possibile procedere in questo modo, l'iniezione dovrà essere eseguita a bassa pressione (indicativamente tra 0,5 e 1,5 atm in ogni caso non superiore alle 2 atm) così da evitare la formazione di pressioni all'interno della massa muraria con le conseguenti coazioni con le cortine esterne; inoltre andrà effettuata tramite idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro. Nel caso in cui il dissesto risulterà circoscritto ad una zona limitata sarà opportuno dare precedenza alle parti più danneggiate per poi passare alle rimanenti. Le iniezioni procederanno per file parallele, dal basso verso l'alto, dai lati esterni e, simmetricamente, verso il centro al fine di evitare squilibri di peso ed impreviste alterazioni nella statica della struttura.

Previa verifica della consistenza materica della muratura oggetto di intervento, si inietterà la miscela all'interno degli ugelli e boccagli precedentemente posizionati, la pressione sarà mantenuta costante fino a quando la boiaccia non fuoriuscirà dai tubicini adiacenti, a questo punto si chiuderà il tubicino e si proseguirà con il foro limitrofo seguendo il piano di lavoro. L'iniezione ad un livello superiore sarà eseguita, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, solo quando tutti i tubi di iniezione, posti alla medesima quota, risulteranno intasati.

Specifiche sulle miscele

La boiaccia per iniezioni potrà essere composta, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, da una miscela di sola calce idraulica NHL 3,5 o NHL-Z 3,5 (esente da sali solubili, con l'85% dei granuli di dimensione $< 25 \mu$, calore d'idratazione unitario $< 135 \text{ KJ/kg}$) ed acqua in rapporto variabile da 0,8 a 1,2. Dal momento che, in genere, in una miscela di questo tipo si otterrà la fluidità necessaria per un'efficace iniezione con rapporto legante-acqua superiore ad 1, al fine di evitare eventuali fenomeni di segregazione sarà consigliabile aggiungere alla boiaccia additivi fluidificanti (in misura dell'1-2% rispetto al peso del legante) ed agenti espansivi antiritiro (ad es. polvere di alluminio da 0,2% a 0,3% del totale in peso) al fine di controllare anche gli eventuali fenomeni naturali di ritiro di assestamento in fase plastica (ovverosia nelle prime ore che seguiranno la messa in opera) e di ritiro igrometrico (ritiro che si manifesterà nel materiale indurito, dopo circa 28 giorni e si protrarrà per periodi molto lunghi, di norma sarà ritenuto completato dopo circa 2 anni dalla messa in opera).

In alternativa, potrà essere utilizzata una miscela binaria (da utilizzare in presenza di vere e proprie cavità, specie nei muri a sacco) composta da calce idraulica naturale NHL 2, (o da una calce idraulica pozzolanica ottenuta miscelando calce idrata cotta a bassa temperatura e completamente idrata, con metacaolino anch'esso cotto a bassa temperatura; la calce idrata potrà essere sostituita anche da grassello di calce stagionato minimo 24 mesi) sabbia ed acqua (rapporto legante-acqua 1:3 fino ad 1:5 nel caso di iniezioni per gravità) con l'aggiunta di gluconato di sodio (con funzione fluidificante) e polvere di alluminio (come agente espansivo). La sabbia dovrà essere sempre di granulometria molto fine ($< 35-40\%$ della minima larghezza delle fessure) e, preferibilmente, con granuli arrotondati; in alternativa potrà essere impiegato carbonato di calcio scelto e micronizzato o perlite superventilata (se si ricercherà una boiaccia a basso peso specifico) od ancora, metacaolino ad alta reattività pozzolanica (o polvere di cocchiopesto vagliata e lavata) per migliorare le proprietà idrauliche della boiaccia (nel caso di utilizzo di grassello di calce o calce idrata, la carica con caolino, cocchiopesto o pozzolana sarà obbligatoria al fine di rendere idraulico il composto); in ogni caso l'inerte sarà il 10% rispetto al peso del legante. La boiaccia, sia se verrà preparata in cantiere, sia se fosse utilizzato un prodotto premiscelato, dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- sufficiente fluidità al fine di penetrare profondamente (svuotamento del cono di Marsh di un litro di miscela in meno di 30 secondi);
- assenza di segregazione e di acqua essudata (*blending*); la separazione dell'acqua dalla boiaccia determinerebbe, in seguito alla successiva evaporazione, la presenza di vuoti all'interno della massa del nucleo;

- tempo di presa compatibile con quello della lavorazione;
- alto scorrimento;
- sviluppo calore in fase di presa temperatura massima entro i +30 °C;
- dilatazione termica compatibile con quella della muratura originale;
- resistenza caratteristica a rottura per compressione superiore a 12 N/mm² dopo 28 giorni;
- peso specifico modesto, inferiore a 1,8 kg/l;
- resistenza ai sali comunemente presenti nella muratura (solfati, ammine);
- modulo elastico allo stato secco comparabile con quello della muratura (3000-6000 N/mm²);
- non presentare fenomeni di ritiro che ridurrebbero l'efficacia del contatto.

Specifiche materiali premiscelati

Questo prodotto per iniezioni dovrà essere a base di calce idraulica naturale, priva di sali solubili, rafforzata con metacaolino purissimo ad alta reattività pozzolanica (od in alternativa con polvere di cocchiopesto) caricata con carbonato di calcio scelto e micronizzato, (o perlite superventilata se si ricerca una malta a basso peso specifico) a cui andranno aggiunti additivi quali ritenitori d'acqua di origine naturale e superfluidificanti al fine di poter iniettare la miscela a bassa pressione. Se non diversamente specificato, l'acqua da utilizzare nell'impasto dovrà essere demineralizzata. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto, possibilmente demineralizzata, e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,4 kg/dm³, lavorabilità 2 h; bleeding trascurabile; aderenza 1,4 N/mm²; inizio presa a +20 °C; 18 h; fine presa a +20 °C; 72 h; resistenza a compressione a 28 giorni 13 N/mm²; resistenza a flessione a 28 giorni 3,5 N/mm²; modulo elastico 11000 N/mm²; temperatura massima durante l'indurimento < 30 °C; ritiro 0,7-1,2 mm; ritenzione acqua > 70%; permeabilità al vapore 9 □.

Avvertenze

Non sarà assolutamente consentita, salva diversa prescrizione della D.L., la demolizione d'intonaci e stucchi; sarà anzi necessario provvedere a richiedere l'intervento di una ditta OS2 per il loro preventivo consolidamento e/o ancoraggio al paramento murario prima di procedere all'esecuzione della suddetta procedura. Il collaudo del consolidamento andrà eseguito dopo 90 giorni dall'esecuzione delle iniezioni.

Art. IV.36.3 - Consolidamento mediante iniezioni armate

L'intervento potrà essere attuato strettamente localizzato ed in caso di assoluta necessità quando, ad esempio, si dovranno realizzare efficienti rinforzi localizzati tra le murature d'angolo, ammorsamento di muri ortogonali, ricongiungimenti di parti lesionate ecc. e non si potrà ricorrere all'uso di altre procedure. L'intervento, simile alle iniezioni di miscele leganti, avrà la finalità di assicurare alla muratura, per mezzo dell'utilizzo di cuciture metalliche, un consistente aumento della resistenza agli sforzi di trazione; queste cuciture saranno costituite da armature di lunghezza variabile (circa 2-3 volte lo spessore delle murature), dipendente dal livello di aderenza sia tra malta e barre, sia tra malta e tessitura preesistente, disposte in perfori (□ variabile da 32 a 40 mm) alla distanza di circa 40-50 cm l'uno dall'altro, preferibilmente, inclinati (di circa 45°) in successione verso l'alto e verso il basso. L'esercizio svolto dalle armature nei pannelli di muratura, in prevalenza compressi, sarà quello di contenere la deformazione laterale, collaborando ad un miglioramento della resistenza dell'elemento. Nei setti murari non esclusivamente compressi, la presenza dell'armatura potrà partecipare alla resistenza a taglio del setto stesso.

La procedura operativa seguirà le fasi descritte per le iniezioni di miscele leganti ad eccezione che, nei fori di iniezione dovranno essere, preventivamente, inserite barre di acciaio inossidabile ad aderenza migliorata Fe B 44 K (minimo □ 12 mm massimo 20 mm), o barre filettate di acciaio AISI 316L, (minimo □ 14 mm) munite di distanziatori perimetrali al fine di evitare il contatto diretto con la muratura; lo schema distributivo, l'inclinazione, il calibro e la lunghezza delle barre dovranno essere relazionati alle disposizioni di progetto o indicazioni della D.L., ai dissesti riscontrati dall'esame del quadro fessurativo del manufatto o alle variazioni apportate nel corso dei lavori di restauro agli equilibri dei carichi. L'inserimento di detta armatura avrà lo scopo di fornire resistenza a trazione tra le due cortine esterne della muratura, specialmente nei casi in cui l'altezza di libera inflessione sia tale da poter dar luogo al fenomeno del carico di punta. Al fine di realizzare un promotore d'adesione tra le barre e la

malta delle iniezioni si potrà spalmare la superficie dell'armatura con boiaccia anticarbonatante, reoplastica-pennellabile realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm.

Per ottenere una buona distribuzione della miscela all'interno del foro dopo aver posto l'armatura sarà necessario, preventivamente, l'inserimento di due cannule, una per l'iniezione (che in questo caso verrà effettuata a siringa), l'altra per il controllo delle fuoriuscite. Il foro andrà poi sigillato. Quando la miscela inizierà a fuoriuscire dalla seconda cannula, si procederà al suo progressivo sfilamento mentre si procede con l'iniezione. La cannula dell'iniezione verrà successivamente rimossa.

Specifiche sui materiali

Le miscele leganti da utilizzare saranno uguali a quelle esaminate per le iniezioni non armate, con l'ulteriore specifica che, in questo caso, dovranno, necessariamente, presentare maggiore capacità di aderenza, antiritiro e resistenza, così da garantire la collaborazione tra armature e muratura, localizzandosi nelle zone più sollecitate.

Art. IV.37 – Opere in Cemento Armato

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 14 gennaio 2008 e nella relativa normativa vigente.

Art. IV.37.1 Armatura delle travi

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.

Almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Art. IV.37.2 Armatura dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di $\frac{1}{4}$ del diametro massimo delle barre longitudinali.

Art. IV.37.3 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Art. IV.37.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per barre di diametro $\varnothing > 32$ mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

Art. IV.37.5 Responsabilità per le Opere in Calcestruzzo Armato

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6). Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e del D.M. 14 gennaio 2008.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. IV.38 – Strutture in acciaio

Generalità

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal D.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 14 gennaio 2008, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 14 gennaio 2008.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione:

Art. IV.38.1 Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore $t = 3$ mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

Art. IV.38.2 Problematiche specifiche

In relazione a:

- Preparazione del materiale,
- Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,
- Impiego dei ferri piatti,
- Variazioni di sezione,
- Intersezioni,
- Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,
- Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,
- Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,
- Collegamenti saldati,

- Collegamenti per contatto, oltre al D.M. 14 gennaio 2008, si può far riferimento a normative di comprovata validità.

Art. IV.38.3 Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

Art. IV.38.4 Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrappessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

Art. IV.38.5 Controlli in Corso di Lavorazione

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei 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 certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Art. IV.38.6 Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve, inoltre, assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio

non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008 ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei 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 certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Art. IV.38.7 Forniture e Documentazione di Accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare quanto indicato nel punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008, a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui al punto 11.3.1.7 del medesimo decreto, dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Art. IV.38.8 Centri di Trasformazione

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora la Direzione dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Art. IV.38.9 Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovrasolicitate o deformate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia 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.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero 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 soprasuolo e di sottosuolo.

PARTE II.III - Procedure operative per la posa di tubazioni, raccordi e pozzetti

Art. IV.39 - Posa delle condotte a gravità

I tubi dovranno essere posati da valle verso monte e con il bicchiere orientato in senso contrario alla direzione del flusso, avendo cura che all'interno non penetrino detriti o materie estranee o venga danneggiata la superficie interna della condotta, delle testate, dei rivestimenti protettivi o delle guarnizioni di tenuta.

Art. IV.40 - Sistema di giunzione

Le giunzioni saranno realizzate mediante giunto a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica.

Art. IV.40.1 - Taglio dei tubi

Il tubo va tagliato perpendicolarmente al suo asse, a mezzo di sega a mano a denti fini o di fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo angolazione del valore indicato dal fabbricante dei tubi, conservando all'orlo uno spessore variabile crescente con i diametri, secondo valori indicati anch'essi dal fabbricante.

Art. IV.40.2 - Giunto del tipo scorrevole con guarnizione elastomerica:

- provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;
- segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
- si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta;
- si ritira il tubo di 3 mm per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm;
- si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento;
- inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede, lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone, ecc);
- inserire il codolo nel bicchiere fino alla linea di riferimento, evitando contaminazioni.

Art. IV.40.3 - Pezzi speciali

È importante predisporre fino dall'atto del montaggio della canalizzazione tutti i pezzi speciali indispensabili per gli allacciamenti degli scarichi alla fognatura.

Se si rende necessario l'inserimento di un allacciamento non previsto in una canalizzazione già posata ed interrata, è opportuno adottare uno dei sistemi di seguito illustrati (vedi punto f).

Art. IV.40.4 - Collegamento con tubi di altri materiali

Si esegue a mezzo di giunti del tipo Gibault o comunque con giunti ad azione meccanica, mai con operazioni termiche, tendenti ad adattare le dimensioni originali dal tubo in PVC a quelle del tubo di altro materiale.

Art. IV.40.5 - Innesti successivi alla posa e derivazioni

Qualora si renda necessario effettuare un innesto nella tubazione di PVC già posta in opera, si dovrà procedere con uno dei seguenti sistemi:

- A) - tagliare il tubo per una lunghezza uguale al pezzo speciale da inserire, più due volte il diametro;
- inserire il pezzo speciale imboccandolo su una delle estremità del tubo tagliato;
- ricostruire la continuità della canalizzazione a mezzo di un tronchetto lungo quanto la restante interruzione, congiungendolo alle estremità con manicotti a bicchiere doppio scorrevoli;
- B) - praticare nel tubo un foro previamente tracciato appoggiando (senza incollare) nella posizione adatta la diramazione con sella e segnando il contorno interno della diramazione stessa con matita grassa;
- incollare, previa pulizia, sul tratto interessato, il pezzo speciale a sella.

Art. IV.41 - Prescrizioni di posa per tubazioni in trincea

Art. IV.42.1 – Dimensioni trincea

Per larghezza B di una trincea si intende quella misurata al livello della generatrice superiore del tubo posato, sia per trincea a pareti parallele sia per trincea a pareti inclinate.

L'altezza di riempimento H é quella misurata fra la stessa generatrice superiore del tubo ed il piano di campagna.

Art. IV.41.2 - Scavo della trincea

Deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di

- rispettare le quote di progetto del fondo dello scavo
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e dei tubi, onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sul tubo già posato.

Art. IV.41.3 - Letto di posa e rinfianco

Il fondo dello scavo e, più in generale, il terreno sul quale la tubazione é destinata a poggiare, deve avere una consistenza tale da escludere cedimenti differenziali da punto a punto.

Sul fondo dello scavo, livellato e liberato da ciottoli, pietrame e da eventuali altri materiali che impediscano il perfetto livellamento, si sovrappone il letto di posa che formi un piano uniformemente distribuito su cui va appoggiato il tubo.

Il suo spessore non sarà inferiore a 10 cm e non deve contenere pietrame spigoloso.

I tubi ed i raccordi dovranno essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Il tubo verrà poi rinfiancato fino al piano diametrale, quindi verrà ricoperto con lo stesso materiale.

Per il letto di posa e i rinfianchi delle trincee scavate nel banco tufaceo o nel fango vulcanico consolidato, si deve impiegare sabbia o sabbietta, opportunamente vagliata affinché non presenti detriti o pietrisco spigoloso che possa danneggiare le tubazioni.

Il rinfianco, in considerazione della sua importante funzione di reazione alle sollecitazioni verticali e di ripartizione dei carichi attorno al tubo, dovrà essere effettuato con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo.

Nel corso della posa in opera si raccomanda di chiudere con mezzo idoneo i tronchi di tubazione già posati e che dovessero rimanere per qualche tempo aperti e non sorvegliati, onde impedirne l'intasamento. Per stabilire se la tubazione dopo il rinterro ha subito deformazioni o si fosse ostruita durante il corso dei lavori, a causa della mancata osservanza da parte dell'installatore delle raccomandazioni sopra riportate, si può far passare tra un pozzetto e l'altro una sfera di diametro inferiore del 5% a quello interno del tubo impiegato.

Art. IV.42 - Collaudo di una tubazione in PVC

Il collaudo di una tubazione in PVC per acque di scarico deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione. Questo accertamento si effettua sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare (di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza) attraverso il pozzetto di monte, fino al livello del calpestio in prossimità del pozzetto a valle; o adottando altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

Art. IV.43 - Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo vibrato

I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, con riferimento alle norme UNI EN 1917. Eventuali solette di copertura verranno

di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione. Verranno impiegati pozzetti prefabbricati in cemento, con impronte laterali per l'immissione di tubi,

I pozzetti saranno del tipo prefabbricato in cemento vibrato "pedonali" per le aree escluse al transito di qualsiasi automezzo, "rinforzati" nelle aree soggette al transito di automezzi, impiegando in questo ultimo caso calcestruzzo di classe Rck 450.

Art. IV.43.1 - Posa in opera

Posa in opera, sottofondi, bucatura dei fianchi e sigillatura tubazioni, secondo norma di riferimento UNI EN 1917.

- 1) Realizzazione di un opportuno magrone di fondazione a seconda del tipo di terreno di posa: tale magrone deve costituire un appoggio piano e uniforme su cui posizionare l'elemento di fondo del pozzetto (fondello);
- 2) posizionamento del fondello sul magrone;
- 3) messa in opera di un'opportuna malta cementizia idrofuga anti-ritiro lungo tutto il bordo superiore dell'elemento di fondo e sovrapposizione dell'elemento superiore (anello di prolunga); questa operazione di stuccatura deve essere ripetuta per ogni elemento che viene sovrapposto in modo da garantire la tenuta idraulica;
- 4) bucatura delle pareti verticali dei pozzetti alle quote di progetto per la misura strettamente necessaria all'inserimento delle corrispondenti tubazioni, senza produrre fratture o lesioni nell'elemento; l'eventuale elemento danneggiato verrà rimosso e sostituito a cura e spese dall'Appaltatore;
- 5) stuccatura mediante un'opportuna malta cementizia idrofuga anti-ritiro intorno alla parte di tubo a contatto con il pozzetto, fino alla chiusura completa ed ermetica del foro.
- 6) stuccatura mediante un'opportuna malta cementizia idrofuga anti-ritiro lungo tutto il bordo superiore dell'ultimo elemento e posizionamento del chiusino di copertura.

Art. IV.43.2 - Coperchi per pozzetti prefabbricati

Chiusini con coperchio in cemento armato vibro-compresso per pozzetti, secondo norma UNI EN 124/95. Il dimensionamento e la resistenza ai carichi sarà quella indicata in progetto e riferita alle classi di resistenza come da norma UNI EN 124/95

Art. IV.43.3 - Chiusini "a riempimento"

Chiusini "a riempimento" di forma rettangolare o quadrata, secondo norme UNI EN 124, con telaio munito di adeguata aletta perimetrale esterna, di larghezza non inferiore a mm 20 per ottenere una maggiore base di appoggio e consentire un migliore ancoraggio alla fondazione anche tramite apposite asole e/o fori creati sul perimetro, dotata di aperture differenziate per il sollevamento.

I chiusini "a riempimento" vanno colmati in accordo al contesto in cui i chiusini vengono inseriti.

Art. IV.44.4 - Posa in opera di caditoie e chiusini

a - Operazioni preliminari

- a.1) Controllare che forma e dimensioni (luce netta) del telaio del dispositivo di chiusura siano compatibili con quelle del pozzetto su cui andrà posato; in particolare la luce netta del dispositivo deve essere uguale o minore alla luce netta del pozzetto purché sia garantito l'appoggio completo della sua base sulla testa del pozzetto stesso;
- a.2) verificare che la profondità della superficie su cui appoggerà il dispositivo di chiusura (ossia il dislivello tra piano previsto e superficie superiore del pozzetto) sia leggermente maggiore (almeno 2/4 cm) dell'altezza del telaio del dispositivo di chiusura, in modo da avere la possibilità di realizzare un letto di posa tra pozzetto e telaio, laddove sia previsto dal progetto di raggiungere la quota del piano finito;
- a.3) assicurarsi che la larghezza del vano di alloggiamento sia pari ad almeno 1,6 volte la dimensione massima esterna del telaio da posizionare.

b - Preparazione della superficie di posa

- b.1) Aumentare la scabrezza della superficie del pozzetto su cui verrà posizionato il dispositivo di chiusura con l'ausilio di un utensile da cantiere (ad es.: mazzetta e scalpello); questo procedimento serve per migliorare la presa del letto di posa;
- b.2) pulire accuratamente la superficie di base del telaio e la superficie di appoggio del pozzetto, eliminando eventuali detriti, tracce di fango, grasso, ecc.

c - Realizzazione del letto di posa

Realizzare il letto di posa (2/4 cm di spessore) con malta cementizia o altro materiale idoneo; il materiale scelto dovrà garantire una resistenza caratteristica a compressione a fine maturazione di almeno 20 N/mm². Il letto di posa dovrà essere uniformemente distribuito sulla testa del pozzetto ed essere opportunamente liscio in modo da garantire un appoggio uniforme del telaio del dispositivo di chiusura. Non è ammesso il posizionamento del telaio direttamente sulla testa del pozzetto, senza il getto del letto di posa. L'utilizzo delle malte deve avvenire seguendo le istruzioni del fabbricante in merito a corretto dosaggio, rapporto acqua/cemento, posa in opera, tempi di maturazione, ecc.

d - Posa del telaio del dispositivo di chiusura/coronamento

- d.1) Posizionare il telaio subito dopo la realizzazione del letto di posa, centrando la sezione netta del dispositivo con quella del pozzetto ed esercitando una pressione adeguata per consentire una presa salda tra telaio e letto di posa; per evitare che la malta cementizia possa sbavare e cadere all'interno del pozzetto, utilizzare opportuni sistemi di contenimento (es.: casseformi in legno, ciambelle gonfiabili, ecc.). La movimentazione ed il posizionamento del telaio possono essere agevolati dall'impiego di traverse legate al telaio con del fil di ferro;
- d.2) verificare che il letto di posa riempia completamente lo spazio sotto il telaio e che trabocchi dalle eventuali asole presenti nel telaio e copra le flange laterali; se necessario riempire eventuali vuoti con altra malta cementizia avente le stesse caratteristiche meccaniche di quella utilizzata per il letto di posa;
- d.3) verificare che la parte superiore del telaio sia a livello con la superficie prevista; se dovessero rendersi necessari spessori per raggiungere la quota, utilizzare materiali idonei di equivalenti caratteristiche meccaniche del letto di posa annegandoli nella malta cementizia a formare un corpo solidale; non è ammesso l'utilizzo di legno, mattoni forati, mattonelle/piastrelle frantumate, materiale plastico e comunque di qualsiasi materiale che non dia le necessarie garanzie di resistenza e durata.

e - Posa del coperchio/griglia

- e.1) Dopo aver rimosso la protezione per la luce interna del telaio (vedi p.to d.1), ripulire accuratamente da ogni eventuale residuo di malta e detriti la superficie di appoggio del coperchio/griglia, eventuali vani cerniera e chiave, eventuali guarnizioni interne e ogni particolare che sia soggetto ad interferire con i meccanismi di apertura e di chiusura;
- e.2) dopo aver atteso il tempo necessario affinché il letto di posa abbia maturato una sufficiente presa e resistenza alla compressione (attesa determinante per non compromettere il corretto posizionamento del dispositivo), inserire con cautela il coperchio/griglia nel telaio, eventualmente con l'ausilio di dispositivi di sollevamento.

f - Operazioni conclusive

- f.1) L'eventuale riempimento del vano di alloggiamento deve essere fatto non prima di almeno 3 ore, utilizzando lo stesso materiale del letto di posa, lasciando lo spazio necessario per permettere, ove richiesta, la finitura a livello del piano di calpestio uguale a quella circostante;
- f.2) prima di rendere transitabile il dispositivo di chiusura/coronamento, attendere i tempi di maturazione forniti dal fabbricante del materiale di posa utilizzato; in mancanza, attendere almeno 72 ore.

CAPO V – OPERE DI RESTAURO DELLE SUPERFICI - CATEGORIA OS2-A

PARTE I - QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Su manufatti di particolare valore storico-artistico è vietato utilizzare prodotti chimici di sintesi in assenza di analisi di laboratorio, di prove applicative ed in mancanza di una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti, salvo specifica disposizione degli elaborati di progetto. Tutti i materiali dovranno essere conformi alle norme vigenti UNI e UNI EN e alle Norme UNI – Beni Culturali.

Art. V.1 - Norme generali

Come norme generali per l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali si faccia riferimento, per quanto non specificato nel presente Capitolato Speciale, agli artt. 15 (eccetto che il punto 7), 16, 17 e 18 del Capitolato Generale; in particolare si sottolinea l'indicazione dell'art. 15, comma 1 in cui si specifica che tutti i materiali e i componenti possono essere messi in opera solo dopo l'accettazione da parte del Direttore dei Lavori.

Per la realizzazione delle opere previste dal progetto, tutti i materiali necessari saranno prioritariamente scelti in relazione alla loro maggiore compatibilità con i materiali originali e possibilmente reperiti in località prossime al sito oggetto dei lavori; qualora non fossero di qualità soddisfacente, essi saranno reperiti dall'Appaltatore in località di sua convenienza, ferma restando la necessità di approvazione preventiva delle loro qualità (caratteristiche chimiche, fisiche, meccaniche, estetiche, dimensionali, ecc.) da parte della D.L. e degli organi di controllo preposti (Soprintendenze competenti, Università, CNR, ecc.).

Tutti i materiali da utilizzare dovranno essere certificati dall'Appaltatore e dai produttori (mediante idonea documentazione e/o certificazione) e, a richiesta della D.L., L'Appaltatore dovrà eseguire in qualsiasi momento, a sue spese, eventuali prove specialistiche presso stabilimenti di produzione o laboratori e istituti autorizzati, in modo da certificare la corrispondenza dei materiali prodotti con quanto previsto dal progetto. Inoltre, l'Appaltatore dovrà realizzare su richiesta, a sue spese, idonee campionature delle lavorazioni da sottoporre per approvazione alla D.L.

Sempre a carico dell'Appaltatore dovranno essere realizzati test di prova della qualità dei materiali e dell'intervento. In ogni caso si dovrà controllare l'efficacia e l'innocuità dei metodi d'intervento mediante analisi di laboratorio da effettuare sui test realizzati secondo i dettami delle "raccomandazioni NORMAL" e delle "Norme CEN". Il prelievo dei campioni dei test sarà effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e, se non rispondenti ai requisiti necessari, saranno sostituiti con altri idonei.

L'Appaltatore resta comunque responsabile, fino al collaudo finale, della qualità dei materiali e dell'intervento. Per quanto non previsto e non in contrasto con le indicazioni del presente progetto, si fa riferimento alle Prescrizioni di Legge vigenti. L'Appaltatore dovrà comunque ritenersi compensato per gli oneri concernenti quanto sopra indicato con i prezzi di Appalto delle opere.

Art. V.2 - Saggi e verifiche sui materiali e sui metodi di applicazione

L'Appaltatore si impegna a predisporre in tempi utili e di sottoporre alla D.L. per l'approvazione, prima di ogni fase esecutiva e/o di ogni variazione tecnica o metodologica nell'esecuzione degli interventi, un adeguato numero di saggi e di verifiche sui materiali e sui metodi di applicazione.

Per "saggi e verifiche sui materiali e sui metodi di applicazione" si intende:

"Insieme di operazioni eseguite direttamente sul manufatto in aree delimitate che consente di osservare, valutare e confrontare tra loro i risultati di differenti materiali e metodologie applicative. La finalità è di definire nel dettaglio le tecniche d'intervento più soddisfacenti delle operazioni previste dal progetto, tenendo conto anche delle eventuali disomogeneità del manufatto sia dal punto di vista del suo stato di conservazione che delle tecniche esecutive. In linea di principio l'esecuzione di saggi costituisce uno strumento essenziale e imprescindibile per la progettazione di ogni intervento nella sua fase esecutiva".

Art. V.3 - Criteri di esecuzione e requisiti dei materiali

I saggi sono operativamente condotti dal Conservatore Restauratore che interviene in questa fase sulla scorta di una conoscenza quanto più approfondita possibile delle tecniche e dei materiali costitutivi, dei processi specifici di degrado, delle condizioni ambientali, dei materiali di restauro e delle loro interazioni con quelle originali, nonché delle notizie di carattere storico-archivistico iconografico relative al manufatto.

L'esecuzione di saggi deve seguire alcune regole di metodo. Le aree scelte devono essere contenute nel numero e limitate nell'estensione, ma al tempo stesso devono interessare le diverse tipologie di degrado su cui si vuole intervenire con una campionatura di zone e di situazioni tale da rendere possibile la valutazione dell'esito dell'intervento nel suo insieme.

La delimitazione delle aree dovrà essere realizzata in maniera totalmente reversibile. Inoltre, pur considerando il carattere sperimentale dei saggi, si dovrà operare in modo tale da ridurre quanto più possibile il rischio che nelle aree perimetrali dei saggi stessi si creino alterazioni irreversibili delle caratteristiche ottiche e formali di tonalità e di brillantezza della pellicola pittorica (gore, opacizzazioni, sbiancamenti, aloni, ecc.). A tale proposito sarà utile

evitare che intercorra un tempo eccessivamente lungo (non più di 12 mesi) tra l'esecuzione dei saggi e l'intervento complessivo di restauro.

La descrizione e la documentazione delle diverse tecniche utilizzate per l'esecuzione dei saggi dovrà essere chiara, esauriente ed esplicita nel dettaglio operativo, per essere un riferimento utile e concreto al momento di intervenire in maniera estesa. A tale scopo sarà auspicabile il ricorso, oltre che ad un testo scritto, anche a tecniche di documentazione grafiche, fotografiche o di altro tipo.

Art. V.4 - Acqua

Oltre ad essere dolce e limpida, dovrà, anche avere, un PH neutro (compreso tra 6 e 8) ed una durezza non superiore al 2%. In ogni caso dovrà essere priva di sostanze organiche, grassi o sali (in particolare solfati di magnesio o di calcio, cloruri, nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%), di aggressivi chimici e di inquinamenti organici o inorganici. Potranno essere usate per le lavorazioni tutte le acque naturali limpide (eccetto la sola acqua di mare). Sono sempre vietate, invece, le acque che provengono dagli scarichi industriali o civili, poiché contengono sostanze (zuccheri, oli grassi, acidi, basi) capaci d'influenzare negativamente la durabilità delle opere. Per le lavorazioni che prevedono l'utilizzo di acqua demineralizzata sarà obbligo dell'Appaltatore la sua fornitura in cantiere in idonei contenitori.

Art. V.5 - Calci

Le calci si distinguono in calce aeree e calce idrauliche in relazione al processo di presa e indurimento, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

In generale, la calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non ben decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

L'impiego delle calci è regolato in Italia dal R.D. n.2231 del 1939 (G.U. n. 92 del 18 Aprile 1940) che considera i seguenti tipi di calce:

- Calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%;
- Calce magra in zolle o calce viva contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore al 1,5%;
- Calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, si distingue in: fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrossidi di Ca (OH)₂ + Mg (OH)₂ non è inferiore al 91%; e calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo di Ca (OH)₂ + Mg (OH)₂ non è inferiore all'82%. In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto di carbonati e di impurità non dovrà superare il 6% e l'umidità il 3%. Per quanto riguarda la finezza dei granuli, la setacciatura dovrà essere praticata con vagli aventi fori di mm 0,18 e la parte trattenuta dal setaccio non dovrà superare l'1% nel caso del fiore di calce, e il 2% nella calce idrata da costruzione; se invece si utilizza un setaccio da mm 0,09 la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5% per il fiore di calce e del 15% per la calce idrata da costruzione.

Il materiale dovrà essere opportunamente confezionato, protetto dalle intemperie e conservato in locali asciutti. Sulle confezioni dovranno essere ben visibili le caratteristiche (peso e tipo di calce) oltre al nome del produttore e/o distributore.

Le calce idrauliche dovranno avere i requisiti di cui alla legge 595 del 26 maggio 1965; le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove di idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984. Nonché essere conformi alla norma europea UNI EN 459-1 che contraddistingue le calce idrauliche naturali pure in NHL 2, NHL 3,5 e NHL 5 a seconda della resistenza media a compressione.

Art. V.6 - Leganti

L'idoneità d'impiego è fornita dalle raccomandazioni contenute nel NORMAL 20/85, e in particolare:

- elevate capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante;
- resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali;

- spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto d'intervento senza formazione di sottoprodotti di reazione pericolosi (sali);
- capacità di far traspirare il materiale;
- penetrazione in profondità in modo da evitare la formazione di pellicole in superficie;
- "pot-life" sufficientemente lungo in modo da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata;
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto.

LEGANTI INORGANICI:

Le calce idrauliche dovranno avere i requisiti di cui alla legge 595 del 26 maggio 1965; le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove di idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984. Nonché essere conformi alla norma europea UNI EN 459-1 che contraddistingue le calce idrauliche naturali pure in NHL 2, NHL 3,5 e NHL 5 a seconda della resistenza media a compressione.

LEGANTI ORGANICI:

Resine acriliche: Polimeri di addizione dell'estere acrilico o di suoi derivati. Termoplastiche, resistenti agli acidi, alle basi, agli alcoli in concentrazione sino al 40%, alla benzina, alla trementina. Dovranno presentare buona durezza e stabilità dimensionale, buona idrorepellenza e resistenza alle intemperie. A basso peso molecolare presentano bassa viscosità e possono essere lavorate ad iniezione. A peso molecolare maggiore si presentano in grani e possono essere sciolte in opportuni solventi organici a diverse diluizioni.

Resine epossidiche: Si ottengono per policondensazione tra eloridrina e bisfenolisopropano, potranno essere del tipo solido o liquido. Per successiva reazione dei gruppi epossidici con un indurente, che ne caratterizza il comportamento (una diammina) si ha la formazione di strutture reticolate e termoindurenti.

Art. V.7 - Malte

Si segnala la necessità, per le Opere di categoria OS2-A, di sottoscrivere le seguenti caratteristiche che una malta confezionata a mano dal restauratore o dall'assistente restauratore deve possedere al fine di garantire un perfetto svolgimento delle lavorazioni.

Premesso che le malte classificate in base al tipo di legante si distinguono tra malte aeree e malte idrauliche in relazione al processo di presa e indurimento, si intendono per:

- malte aeree: quelle a base di leganti aerei e aggreganti non reattivi;
- malte idrauliche: quelle a base di leganti idraulici oppure di calce aerea e aggregato pozzolanico o a comportamento pozzolanico.

La malta di calce aerea (malta comune) si ottiene miscelando calce idrata in polvere o grassello con un aggregato/inerte (rappresenta ca. il 65-70% del volume) che ha la funzione di ridurre i fenomeni di ritiro dell'impasto e di modificare le proprietà meccaniche, con l'aggiunta della minima quantità d'acqua sufficiente a rendere il composto lavorabile e a consentire il processo di presa ed indurimento, che avviene solo in presenza di aria.

Per evitare possibilità di rigonfiamento e di polverizzazione delle malte, dipendenti dalla presenza di granuli di CaO non spenti, fondamentali sono il tempo e la metodologia di "spegnimento" della calce e la stagionatura. La porosità e la conseguente resistenza meccanica alla compressione e la sensibilità a gelo dipendono dalla qualità della calce, dal tipo di aggregato/inerte e dalla proporzione tra i due.

La malta idraulica a base di calce aerea ed aggregato pozzolanico o altro materiale reso idrolizzante dalla presenza di silice e alluminio (tufi vulcanici, polvere di pietra pomice, farine fossili e cocciopesto). La malta di calce idraulica si ottiene miscelando all'inerte una calce resa idraulica dalla presenza di specifici composti chimici che producono un comportamento analogo a quanto avviene nel caso delle malte a base di calce aerea e aggregato pozzolanico.

Rispetto alle malte di calce aerea presentano uguale porosità ma una maggiore compattezza/ coesione e resistenza alla compressione, oltre che la capacità di presa ed indurimento anche in ambiente umido. Le calce con alto indice di idraulicità sono in grado di fare presa ed indurirsi senza fessurarsi eccessivamente anche se impastato con sola acqua.

Le malte devono essere costituite da legante con inerti che, per composizione, granulometria e colore, risultino idonei al tipo di intervento da eseguire. Per le malte aeree il legante deve essere costituito da grassello di calce derivato da calce bianche, ottenute dalla cottura di pietra calcarea con meno dell'1% di argilla ben spenta in acqua e stagionato almeno due anni.

La preparazione dell'impasto deve evitare per il possibile l'aggiunta di acqua e tenere conto del grado di fluidità da raggiungere secondo la messa in opera (a spatola o per iniezione). Per le calce aeree, gli inerti idrolizzanti sono preferibilmente pozzolanici per assimilazione con gli inerti in uso sulla muratura antica del sito.

Le malte idrauliche costituite con calce idraulica naturale in polvere possono essere utilizzate, con aggiunto il quantitativo di acqua necessario a raggiungere la consistenza necessaria, nel caso che l'intervento richieda le loro specifiche caratteristiche. Possono essere miscelate con additivi fluidificanti; in ogni caso devono essere purificate ed avere una composizione CERTIFICATA NHL e dimostrabile. Le malte verranno inserite nei vuoti a spatola, ad iniezione o per percolamento. Per le malte da iniezione, negli spessori più sottili si utilizzeranno calce idrauliche additivate o miscelate con inerti ventilati.

La quantità di acqua da utilizzare per preparare le superfici a ricevere le malte sarà ridotta al minimo indispensabile per ridurre la movimentazione di sali all'interno delle murature e delle superfici. Per le stuccature di sostegno e i riempimenti si utilizzeranno malte a base di calce e inerti simili a quelli originali.

Per il riempimento dei distacchi maggiori, si procederà con malte idrauliche di granulometria adeguata allo spessore dei vuoti da riempire, utilizzando diversi metodi di applicazione secondo la localizzazione del distacco.

Art. V.8 - Biocidi e diserbanti

Tutti i prodotti utilizzati allo scopo di eliminare prodotti biologici e vegetazione infestante devono essere testati appositamente per il restauro. In presenza di pellicola pittorica e/o finiture a colore il test del biocida deve essere realizzato in corrispondenza di ogni diverso pigmento presente al fine di verificare l'impossibilità di alterazioni di colore.

Per i Lavori oggetto del presente CSA, il prodotto erbicida da utilizzare deve essere un diserbante sistemico specifico per aree archeologiche e monumentali, a base di GLIFOSATE (tipo Pantox).

E' necessario selezionare il biocida più efficace nei confronti della specie biodeteriogenica in esame e valutare le concentrazioni ottimali per il trattamento (cfr. Normal 38/93).

Per i Lavori oggetto del presente CSA, il prodotto biocida da utilizzare è il BENZALCONIO CLORURO concentrato da diluire al 4% in acqua deionizzata.

I prodotti biocidi impiegati devono agire esclusivamente sugli agenti da eliminare senza interferire con gli aspetti cromatici e strutturali del dipinto e del supporto. Vanno rispettate, durante e dopo l'operazione, le norme di sicurezza per gli addetti.

Art. V.9 - Supportanti per impacchi e compresse

Impacchi e compresse possono utilizzare supportanti a seconda delle finalità di applicazione (trattenere il liquido in superficie o favorirne la penetrazione). Sono accettati, secondo necessità:

a) Polpa di cellulosa - miscela di fibre di cellulosa a varia lunghezza (da 200 a 1000 Å), atossiche, insolubili in acqua ed in solventi organici, resistenti agli attacchi degli acidi deboli e degli alcali, con elevata capacità di trattenere i liquidi. Ha la proprietà di rilasciare molto facilmente i liquidi che penetrano nello strato di intonaco fino in profondità. Su superfici non lisce può essere difficile da rimuovere dalle asperità.

b) Carbossimetilcellulosa - Trattiene molto i liquidi e ne impedisce la penetrazione nella superficie. E' necessario rimuovere molto bene i residui dalla superficie e questo richiede l'apporto di una discreta quantità di acqua, che può essere dannosa in presenza di sali all'interno delle murature.

Altri eventuali supportanti proposti, corredati da scheda tecnica e da disciplinare d'uso, dovranno essere forniti di un'adeguata sperimentazione. In caso di impacchi per la rimozione di sali, l'impacco dovrà consistere in acqua demineralizzata, priva di grassi e di sostanze organiche.

Art. V.10 - Consolidanti

L'idoneità d'impiego è fornita dalle raccomandazioni contenute nel NORMAL 20/85, e in particolare essi non devono alterare cromaticamente le superfici, non devono formare sotto prodotti dannosi e devono avere una buona resistenza agli agenti fisici e chimici, all'essiccazione non devono essere filmogeni e devono essere permeabili ai gas.

Per i Lavori oggetto del presente CSA, il prodotto consolidante da utilizzare deve essere un preparato a base di esteri etilici dell'acido silicico (Silicato di Etile) puro e con una concentrazione che va dal 75% AL 95% di materia attiva in alcol isopropilico, senza catalizzatori acidi (tipo Wacker OH100), commercializzato già pronto all'uso. Il prodotto non va ulteriormente diluito in solventi. Altri eventuali consolidanti proposti, corredati da scheda tecnica e da disciplinare d'uso, dovranno essere corredati da un'adeguata sperimentazione ed autorizzati dalla Direzione Lavori.

In particolare qualsiasi utilizzo di resine sintetiche dovrà essere preventivamente concordato ed specificamente autorizzato dalla Direzione Lavori.

PARTE II - MODALITÀ ESECUTIVE DELLE OPERE DI CATEGORIA OS2-A

PARTE II.I - Lavori generali sulle superfici decorate e sui manufatti

L'intervento riguarda i lavori di restauro conservativo sugli apparati decorativi di Villa Regina, Boscoreale (NA), limitatamente a quanto contenuto nel presente progetto; di seguito sono descritte le operazioni da effettuare sugli apparati decorativi parietali, pavimentali e sui manufatti, con le cautele e le procedure di seguito riportate per ogni singola operazione. Tutte le operazioni, tranne nei casi di pronto intervento propedeutici alle lavorazioni di categoria OG2, saranno eseguite successivamente alla messa in sicurezza degli ambienti e dovranno essere puntualmente registrate sulle basi grafiche fornite dall'Amministrazione (rif. successiva Parte II.V).

Art. V.11 - Pronto intervento

Le operazioni, più o meno estese con carattere d'urgenza, hanno lo scopo di evitare, limitare o contenere temporaneamente il progredire del degrado in atto in previsione di un successivo e organico intervento di restauro.

Le operazioni preventivate come temporanee, devono essere di esecuzione relativamente celere e facilmente reversibili, in considerazione anche delle fasi successive dell'intervento.

Nella realizzazione del pronto intervento e nella conseguente scelta dei materiali si dovrà prevedere la possibilità del perdurare delle condizioni climatico-ambientali e meccaniche che hanno indotto il fenomeno di degrado e determinato la necessità dell'intervento.

Dato il carattere di temporaneità, è necessario prevedere verifiche con scadenze periodiche stabilite in funzione dello stato di conservazione dell'opera e della tipologia di operazione eseguita.

Art. V.12 - Velinatura

L'operazione consiste nel far aderire uno o più strati di materiale cartaceo o tessile, sull'intera superficie del manufatto o su parti di esso, sia esso apparato decorativo parietale o pavimentale, utilizzando adesivi naturali o sintetici. L'intervento è finalizzato alla protezione temporanea, parziale o totale della superficie del manufatto per impedire cadute e perdite di parti originali.

L'operazione, che ha carattere temporaneo, deve essere reversibile e non pregiudicare gli strati sottostanti. Nel caso di superfici decorate parietali preventivamente occorre consolidare eventuali difetti di coesione della pellicola pittorica e degli strati preparatori e provvedere ove possibile, alla rimozione dei depositi superficiali incoerenti. In generale, sarà realizzata con garza di cotone, carta giapponese, carta assorbente ed eventualmente tela di canapa, perfettamente puliti e pronti all'uso, rese solidali alla superficie grazie alla messa in opera con pennello morbido di

colla idrosolubile naturale o adesivo sintetico (per velinature di breve durata su dipinti murali) tipo ciclododecano o resina acrilica (tipo Paraloid B72). Il ciclododecano in spray oppure la resina acrilica, utilizzata in acetone o altro solvente secondo la necessità in diluizione (non oltre il 20%), dovranno essere nelle quantità sufficienti a garantire la perfetta adesione, ma evitando la colatura del prodotto sulle parti non soggette al trattamento.

La scelta dei materiali di velinatura (adesivi, carta, tessuti, tessuto non tessuto), le regole di applicazione (a pennello, a spruzzo ecc.) e di successiva rimozione dovranno tener presenti: l'entità e la tipologia dei difetti di adesione, il tipo di manufatto, la tecnica di esecuzione, il tipo di operazione da compiere (restauro, pronto intervento, trasporto, risanamento del supporto), i tempi presumibili di mantenimento della velinatura, la presenza di sali e/o di umidità in superficie e i parametri microclimatici.

I requisiti dei materiali dovranno essere la compatibilità con i materiali costitutivi del manufatto siano essi originari o di restauro (zone a tecnica di esecuzione mista, materiali pittorici sensibili al sistema adesivo scelto) e la reversibilità (intesa come possibilità di rimozione della velinatura senza nello stesso tempo compromettere gli strati sottostanti sia a livello di coesione che di effetti di solubilizzazione indesiderati).

Art. V.13 - Puntellature

Le puntellature hanno lo scopo di tenere in posizione gli elementi durante particolari operazioni di consolidamento o di riadesione di frammenti distaccati.

Puntellature in legno saranno predisposte per il consolidamento delle superfici verticali, e di norma non dovranno essere spingenti; i restauratori, a seconda dei casi, disporranno elementi a protezione delle parti a contatto con le opere provvisorie.

Per le superfici orizzontali potranno essere utilizzati pesi opportunamente imbustati, con le dovute protezioni per le superfici decorate.

Il legno dovrà essere debitamente trattato per evitare il rilascio di prodotti che possano macchiare le superfici. Ogni puntellatura dovrà essere verificata periodicamente per accertarsi che non si verifichino fenomeni di deterioramento nell'area di contatto fra il puntello e la superficie originale.

Art. V.14 - Realizzazione di controforme e di strutture di sostegno

Serie di elementi le cui forme, dimensioni e materiali costitutivi variano a seconda della funzione svolta dalla controforma e dal tipo di superficie a cui devono applicarsi. In particolare, si tratta di elementi piani con caratteristiche meccaniche idonee alla funzione svolta, rivestiti di un materiale ammortizzante che segua le deformazioni della superficie del manufatto.

La finalità, nel caso di apparati decorativi parietali, è quella di sorreggere parti pericolanti, di spingere a contatto con il supporto murario parti distaccate in occasione della loro riadesione oppure fungere da superficie d'appoggio durante le operazioni da condurre sul verso di frammenti staccati o da staccare, oppure di spingerli a contatto del supporto murale.

Nel caso di manufatti mobili o superfici pavimentali da asportare, le controforme e le strutture di sostegno forniranno la possibilità di trasporto, stoccaggio e restauro del retro degli elementi in sicurezza.

Prima di apporre in opera le controforme andranno eseguite le operazioni di velinatura protettiva (vedi Art. 2) eventualmente necessarie. A tale proposito dovrà essere considerato con attenzione il periodo in cui le controforme resteranno in opera, nonché le condizioni ambientali. Nel caso in cui il contatto sia previsto per tempi prolungati bisognerà impedire il formarsi di condensa o il ristagno di umidità nell'interfaccia tra i due oggetti, evitando l'uso di materiali di interposizione sigillanti o totalmente impermeabili, preferendo il ricorso a prodotti, o a trattamenti, che consentano un certo passaggio d'aria.

I materiali scelti dovranno rispondere alle caratteristiche di rigidità/ elasticità adeguate alla specifica funzione di sostegno che dovrà svolgere la struttura che si costituisce. Nello stesso tempo dovranno soddisfare requisiti di leggerezza e maneggevolezza in rapporto alle dimensioni. Pertanto si adopererà del legno con le qualità sopra descritte. La struttura di appoggio dovrà adagiarsi in modo omogeneo sulla superficie. La pressione esercitata non dovrà essere tale da provocare fratture.

Art. V.15 - Rimozione di depositi superficiali incoerenti

L'operazione consiste nella rimozione della polvere di deposito, ragnatele e terriccio, da eseguire su tutte le superfici non disgregate, si effettua con mezzi meccanici, pennelli di setola di media durezza e/o aspiratori portatili.

Al fine di non causare la perdita di strati e/o parti di materiali originali o individuati come storicamente significativi, l'operazione deve essere eseguita mantenendo sotto controllo le superfici con l'ausilio di una luce radente.

Art. V.16 - Rimozione di depositi parzialmente aderenti

L'operazione consiste nella rimozione di polveri compatte e/o guano poco aderenti alle superfici. La rimozione avviene con acqua deionizzata (con un Ph compreso tra 6 e 8) attraverso l'uso di spruzzatori, pennelli, spazzole e spugne morbide. L'operazione NON deve in alcun modo causare il danneggiamento e/o la perdita di materiale originale o individuati come storicamente significativi, pertanto l'operazione deve essere eseguita mantenendo sotto controllo le superfici con l'ausilio di una luce radente.

Nel caso dei manufatti in terracotta e dei calchi in cemento, potranno essere aggiunti tensioattivi a bassa concentrazione.

Art. V.17 - Trattamenti di disinfezione e disinfestazione

L'operazione è mirata alla prevenzione o all'eliminazione di attacchi biologici (macroflora e microflora) e può essere effettuata con varie metodologie. L'intervento consiste, nella maggior parte dei casi, in trattamenti con idonei prodotti biocidi ed erbicidi da applicare sull'opera con metodi diversi in funzione dell'organismo da eliminare e dello stato di conservazione delle superfici. (cfr. Normale 30/89 part. 3.3.2.).

I trattamenti biocida ed erbicida vanno eseguiti prima di qualsiasi altra operazione.

L'applicazione dell'erbicida, a spruzzo, deve essere effettuata nel momento di massimo rigoglio vegetativo delle piante infestanti, ed il prodotto deve essere lasciato agire per 20 giorni prima della rimozione delle piante.

Le superfici su cui è stato applicato l'erbicida non devono essere bagnate prima di 5 giorni; in caso contrario, si deve ripetere il trattamento. Le piante non vanno mai recise prima del trattamento erbicida, poiché l'azione chimica si espleta attraverso le foglie.

Il prodotto biocida, opportunamente diluito (al 4% in acqua deionizzata) deve essere applicato a spruzzo sulle superfici interessate da colonizzazione biologica, lasciandolo agire per 20 giorni prima di procedere alla rimozione meccanica dei biodeteriogeni devitalizzati.

Le superfici su cui è stato applicato il biocida non devono essere bagnate prima di 5 giorni; in caso contrario, si deve ripetere il trattamento.

L'applicazione a spruzzo va eseguita anche sulle pareti adiacenti in presenza di alghe e licheni per un'altezza di circa un metro dal pavimento, al solo scopo di devitalizzare le spore, senza che vi sia necessità di rimuovere meccanicamente le colonie biologiche parietali.

Il trattamento dovrà essere attentamente valutato per stabilire le dosi (quantità/superficie) più efficaci e le norme di applicazione (spruzzo, pennello ecc.) in funzione degli organismi da eliminare e dello stato di conservazione del dipinto. Andrà privilegiato tra i biocidi quello che, oltre ad una specifica efficacia, possa garantire anche un'azione residuale nel tempo. Per impedire la rapida evaporazione della soluzione impiegata e prolungarne l'azione biocida, il manufatto può essere isolato schermando la superficie con un ausiliario (foglio di melinex o altro) che riduca gli scambi con l'esterno. I formulati da utilizzare devono essere scelti in base a una specifica conoscenza del prodotto e corredati dalla scheda tecnica di sicurezza.

Art. V.18 - Estrazione di sali solubili

Da eseguirsi mediante impacchi assorbenti a base di acqua deionizzata su idoneo supportante (polpa di cellulosa o sepiolite). Le superfici da trattare devono essere prive di agenti biodeteriogeni e le efflorescenze eventualmente presenti devono essere previamente rimosse a secco.

Gli impacchi devono essere mantenuti umidi per tutto il tempo necessario (il tempo di posa deve essere stabilito durante le prove tecniche preliminari tramite misurazione della conducibilità specifica) con l'ausilio di pellicole in polietilene da applicare sull'impacco, sigillate con nastri adesivi impermeabili; trascorso il tempo stabilito, l'impacco deve asciugare ed essere rimosso dalle superfici. La pulizia delle aree trattate al termine della rimozione degli impacchi sarà effettuata con l'azione combinata di acqua deionizzata applicata a spruzzo e spazzole vegetali.

Nel caso di superfici particolarmente delicate, per le quali il lavaggio e la spazzolatura finale non sono indicate, si raccomanda, prima dell'applicazione dell'impacco, la velinatura con carta giapponese fatta aderire con acqua deionizzata a spruzzo, in modo che la rimozione dell'impacco, una volta asciugato, non lasci alcun residuo sulle superfici.

PARTE II.II - Lavori specifici sulle superfici parietali

L'intervento riguarda i lavori di restauro conservativo sugli apparati decorativi parietali (superfici intonacate e dipinti murali) di Villa Regina, Boscoreale. Le operazioni, da effettuare con le cautele e le procedure di seguito riportate, saranno eseguite successivamente alla messa in sicurezza degli ambienti, ove necessarie, tranne nei casi

specifici in cui, per consentire le successive lavorazioni di categoria OG2, risulterà indispensabile eseguire delle velature protettive e/o un preconsolidamento delle superfici per evitare la perdita di materiale originale. Ogni singola operazione dovrà essere puntualmente registrata sulle basi grafiche fornite dall'Amministrazione (rif. successiva Parte II.V).

Art. V.19 - Ristabilimento della coesione della pellicola pittorica

L'operazione consiste nell'applicazione di un prodotto con idonee proprietà consolidanti utilizzando tecnologie che non comportino sensibili modificazioni della pellicola pittorica.

Con il termine 'consolidamento' si intende ogni trattamento finalizzato a migliorare le caratteristiche di coesione ed adesione tra i costituenti un materiale. Come conseguenza di un consolidamento dovrà dunque essere migliorata la resistenza meccanica del materiale stesso, mentre la sua struttura interna si modificherà rendendo più difficile l'accesso dell'acqua e delle soluzioni saline o acide. In definitiva, il trattamento aumenterà la resistenza ai processi di alterazione, soprattutto quelli che avvengono con variazioni di volume entro la rete dei capillari e che comportano quindi sforzi meccanici a carico della struttura interna del materiale (gelo-disgelo, cristallizzazione di sali, ecc.).

Le superfici da trattare devono essere il più possibile asciutte, pulite, risanate da eventuali sali efflorescibili e agenti biodeteriogeni; la temperatura di applicazione deve essere compresa tra i 10°C e i 25°C.

Nel caso dei rivestimenti parietali di Villa Regina a Boscoreale, i prodotti consolidanti scelti per il risarcimento dei difetti di coesione delle superfici pittoriche e intonacate sono a base di silicio: il Silicato di Etile tipo Wacker OH100, commercializzato già pronto all'uso, e la Nanosilice tipo Nano Estel, dispersione acquosa colloidale di silice.

Il Silicato di Etile non va ulteriormente diluito in solventi, e va applicato a pennello in un'unica soluzione bagnato su bagnato, o percolato a siringa; le superfici trattate devono rimanere con effetto bagnato ma non lucido; eventuali eccessi di prodotto sono rimuovibili con idoneo solvente (variabile a seconda del prodotto commerciale scelto) solo nelle prime 3 ore successive all'applicazione, trascorse le quali il processo è irreversibile.

La Nanosilice deve essere diluita con 1-2 parti di acqua demineralizzata e va applicata a pennello in un'unica soluzione bagnato su bagnato, o percolata a siringa.

La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato evitando che si formi un film di superficie. Il prodotto inoltre dovrà essere graduato nella sua concentrazione affinché la diffusione sia omogenea all'interno dell'area da trattare, evitando consistenti accumuli incontrollati del prodotto e pellicole superficiali che diano luogo a fenomeni di alterazione ottica del dipinto (alterazione cromatica - alterazione della brillantezza), tenendo in considerazione il possibile degrado che potranno subire per le condizioni ambientali in cui il manufatto viene conservato e consentendo il permanere nel tempo delle caratteristiche ottiche e meccaniche del dipinto.

Dopo l'applicazione, per 30 giorni le superfici trattate non si devono bagnare e vanno protette dal sole diretto non con teli di plastica, che impedirebbero l'evaporazione del solvente, ma con teli di stoffa. Si dovranno attendere 30 giorni prima di effettuare le altre operazioni, per evitare la vetrificazione ed il conseguente imbianchimento del prodotto applicato.

Art. V.20 - Ristabilimento dell'adesione della pellicola pittorica

Per la natura composita ed eterogenea della pellicola pittorica dei dipinti murali, e per la variabilità delle condizioni ambientali in cui esse si trovano (presenza di umidità, biodeteriogeni, inquinanti atmosferici, variazioni termo - igrometriche, ecc.), si possono verificare perdite di adesione (distacchi) tra la pellicola pittorica ed il supporto e/o tra le diverse stesure della pellicola stessa.

L'operazione consiste nell'applicazione di un prodotto con idonee proprietà adesive utilizzando tecnologie che non comportino sensibili modificazioni della pellicola pittorica.

Lo scopo dell'operazione, pertanto, è quello di conferire ai singoli strati nuovi valori di adesione ed una continuità strutturale tra loro e con il substrato. L'operazione, inoltre, è finalizzata a una migliore conservazione dell'opera e dovrà essere propedeutica alle successive fasi di restauro.

Preliminarmente all'operazione di ristabilimento dell'adesione della pellicola pittorica, ove possibile, è opportuno rimuovere preventivamente depositi superficiali incoerenti in eccesso (ad esempio ragnatele, polvere atmosferica, ecc). Per trattamento di ristabilimento dell'adesione (fissaggio), si potranno utilizzare resine acriliche in soluzione oppure resine micro-acriliche o nano acriliche in emulsione acquosa, con una diluizione del 2% per le resine acriliche in soluzione e massimo del 10% per le resine acriliche in emulsione.

Si potranno utilizzare prodotti inorganici naturali o sintetici selezionati dopo un'attenta qualificazione, e quantificazione del fenomeno patologico anche in funzione delle condizioni termo igrometriche del supporto e

dell'ambiente. In alternativa agli adesivi acrilici, dopo opportune prove, si può utilizzare la nanosilice (tipo Nano Estel), che data la sua natura inorganica, non "plastifica" come i prodotti a base acrilica e mantiene le caratteristiche di traspirabilità originarie del materiale.

L'uso dei prodotti a base di resine acriliche dovrà sempre essere autorizzato dalla D.L che valuterà il caso specifico. I prodotti saranno applicati, secondo il tipo di danno e le condizioni termo igrometriche del supporto e dell'ambiente, attraverso micro-iniezioni, interponendo ove necessario un foglio di carta giapponese ed eventualmente esercitando una opportuna pressione, evitando inoltre consistenti accumuli localizzati o diffusi del prodotto.

I prodotti saranno scelti in base alle loro caratteristiche adesive, alla loro penetrabilità, stabilità nel tempo e potenziale reversibilità ed in base alla loro compatibilità con i materiali costitutivi dell'opera.

Non dovranno inoltre interferire negativamente, per quanto possibile, con le successive fasi di restauro né provocare fenomeni di alterazione ottica al dipinto (alterazione cromatica - alterazione della brillantezza).

Si dovrà operare in condizioni tali da consentire al prodotto scelto, opportunamente graduato nella sua concentrazione, di raggiungere lo strato interessato evitando che si formi un film di superficie.

La scelta dei prodotti, dal punto di vista della durabilità, dovrà tenere in considerazione il possibile degrado che potranno subire per le condizioni ambientali in cui il manufatto viene conservato e consentire il permanere nel tempo delle caratteristiche ottiche e meccaniche del dipinto.

Si richiede che tendenzialmente i materiali da adoperare non precludano trattamenti successivi e, pur considerando le note difficoltà nel rimuovere sostanze adesive immesse nella struttura porosa degli strati dell'opera, siano reversibili. La compatibilità dovrà tenere conto delle proprietà meccaniche che la sostanza adesiva ristabilisce tra gli strati trattati senza indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione.

Inoltre dovrà tenere presente le proprietà chimico-fisiche dei materiali sostitutivi degli strati (pigmenti, leganti).

Art. V.21 - Ristabilimento della coesione degli strati preparatori

Lo scopo dell'operazione è quello di conferire agli strati preparatori valori di coesione sufficienti a migliorare la resistenza meccanica su tutte le zone decoese.

Il ristabilimento della coesione degli strati preparatori di intonaci e dipinti murali (consolidamento) sarà eseguito con Silicato di Etile tipo Wacker OH100, commercializzato già pronto all'uso (non va ulteriormente diluito in solventi), applicato a pennello in un'unica soluzione bagnato su bagnato, o percolato a siringa attraverso fessure esistenti o fori praticati con trapani a mano con punte molto piccole e sottili; le superfici trattate devono rimanere con effetto bagnato ma non lucido.

Si dovrà valutare caso per caso la necessità di eseguire preventivamente le operazioni di velinatura o di pulitura degli strati superficiali.

Nel caso dei dipinti murali, tenendo conto della stretta contiguità tra gli strati preparatori e la pellicola pittorica, nell'esecuzione di questa operazione si dovrà evitare l'accumulo non controllato di prodotto consolidante e si dovrà rimuovere l'eventuale eccesso dello stesso dalla pellicola pittorica.

In ogni caso eventuali eccessi di prodotto sono rimuovibili con idoneo solvente (variabile a seconda del prodotto commerciale scelto) solo nelle prime 3 ore successive all'applicazione, trascorse le quali il processo è irreversibile.

Dopo l'applicazione, per 30 giorni le superfici trattate non si devono bagnare e vanno protette dal sole diretto non con teli di plastica, che impedirebbero l'evaporazione del solvente, ma con teli di stoffa. Si dovranno attendere 30 giorni prima di effettuare le altre operazioni, per evitare la vetrificazione ed il conseguente imbianchimento del prodotto applicato.

Art. V.22 - Ristabilimento dell'adesione degli strati preparatori

L'operazione consiste nell'applicazione di adesivi riempitivi per i distacchi tra gli strati preparatori ed il supporto, con l'eventuale ausilio di impernature. Lo scopo è quello di conferire agli strati d'intonaco continuità strutturale e valori di adesione sufficienti a garantire la stabilità meccanica dell'opera.

Il ristabilimento dell'adesione (fissaggio) dovrà essere realizzato tramite infiltrazioni a siringa di malta di calce idraulica naturale micronizzata (tipo 'Torraca' o 'Mapei F21'). L'apporto di acqua dovrà essere estremamente limitato e con la diluizione adeguata alla sola capacità di iniezione e penetrazione della malta; nel caso di malte premiscelate le diluizioni dovranno rispettare le indicazioni della scheda tecnica fornita dal produttore. La malta fluida verrà applicata attraverso iniezioni a bassa pressione attraverso piccoli fori, praticati con trapano a mano nelle lesioni e/o lacune preesistenti; prima dell'iniezione della malta fluida le sedi da trattare dovranno essere bagnate con acqua deionizzata o alcool etilico al 10%, per eliminare l'eventuale polverulenza e aumentare la capacità di penetrazione della malta fluida. Eventuali residui sulla superficie dovranno essere attentamente rimossi

senza danneggiare e/o alterare in alcun modo la superficie pittorica. Potranno essere utilizzate velinature protettive, puntellature, e impernature ausiliarie, sia preventivamente che nel corso dell'operazione. Dovrà, inoltre, essere valutata la possibilità di eseguire una pulitura preventiva.

Il prodotto utilizzato non dovrà contenere quantità significative di sali solubili (1-2 %) né indurre, in fase di applicazione, fenomeni di cristallizzazione; dovrà essere compatibile con i materiali originali per porosità, proprietà meccaniche, peso specifico. La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato garantendo un sufficiente ancoraggio tra le superfici da far aderire.

La scelta dei prodotti, dal punto di vista della durabilità, dovrà tenere in considerazione il possibile degrado per le condizioni ambientali in cui il manufatto viene conservato e consentire il permanere nel tempo delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale. Tuttavia, non dovrà indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione.

Art. V.23 - Rimozione di incrostazioni, concrezioni e patine

L'operazione consiste nella rimozione delle patine e concrezioni calcaree formatesi sulle superfici pittoriche; può essere eseguita con l'ausilio di apparecchiature meccaniche di precisione o chimicamente, con l'ausilio di resine scambiatrici di ioni, nel caso di pellicole molto sottili.

Per la rimozione meccanica controllata di precisione delle patine e delle concrezioni, l'apparecchiatura indicata nel presente progetto, mutuata dalla tecnologia per la profilassi dentaria, è la micro idropulitrice di precisione a pomice micronizzata o a bicarbonato di sodio (tipo Turbodont).

La rimozione chimica delle pellicole calcaree sottili tramite l'utilizzo di resine scambiatrici di ioni sarà effettuata a impacco, previa interposizione di carta giapponese fatta aderire con acqua deionizzata applicata a spruzzo.

La resina deve essere miscelata con acqua in modo da ottenere un impasto denso, tale da poter essere applicato sulle superfici verticali da trattare senza colare acqua, e va applicata in uno strato sottile (da pochi mm a 1 cm) e omogeneo.

Gli impacchi devono essere mantenuti umidi per tutto il tempo necessario (il tempo di posa deve essere stabilito durante le prove tecniche preliminari) con l'ausilio di pellicole in polietilene da applicare sull'impacco, sigillate con nastri adesivi impermeabili; le resine vanno mantenute costantemente idratate, dunque in caso di lunghi tempi di applicazione si possono asportare i teli di polietilene, bagnare nuovamente le resine con acqua deionizzata applicata a spruzzo, e rullarle con un rullino da affresco per 'mescolarle' e favorire lo scambio ionico, che avviene solo all'interfaccia con la superficie da trattare.

Art. V.24 - Asportazione di olii, cere, fissativi

L'operazione consiste nell'applicazione di solventi idonei all'ammorbidimento o al rigonfiamento, e successiva rimozione meccanica dalle superfici pittoriche, di prodotti protettivi o fissativi eventualmente presenti. Questa operazione è strettamente condizionata dall'identificazione dei materiali applicati sulle superfici (analisi di laboratorio e prove tecniche preliminari), che determinerà il tipo di prodotto da utilizzare, la sua concentrazione, le modalità ed i tempi di applicazione. Nel caso di applicazione ad impacco delle miscele solventi o complessanti così determinate, si faccia riferimento alle indicazioni relative all'articolo precedente.

L'asportazione manuale delle sostanze soprammesse, una volta disciolte o rigonfiate, avverrà con modalità proprie di ciascuna sostanza identificata; l'accortezza sarà quella di rimuovere quanto più possibile tali sostanze, evitando di lasciarne tracce sulle superfici trattate, che potrebbero risultare ancora dannose per la conservazione delle superfici.

L'effettiva asportazione totale o parziale di protettivi e fissativi precedentemente applicati può essere valutata, previa irrorazione delle superfici con acqua deionizzata, dalla variata capacità di assorbimento dell'acqua da parte delle superfici, e tramite comparazione dell'angolo di contatto delle gocce, da valutarsi prima e dopo l'operazione.

Art. V.25 - Distacco di porzioni di intonaco dal supporto

L'operazione prevede il distacco dalla struttura muraria di porzioni d'intonaco, già oggetto di manomissioni durante precedenti interventi di restauro, al fine di procedere con le opere strutturali previste in progetto, e la successiva ricollocazione in situ. L'operazione riveste carattere di assoluta eccezionalità ed è finalizzata a consentire interventi sulle strutture architettoniche affinché si possa mantenere integra la superficie da conservare; da eseguirsi solo nel caso in cui sia accertata l'impossibilità di raggiungere con altri mezzi lo scopo di consolidare o risanare il supporto murario. La rimozione dei frammenti è quindi motivata dal rischio di grave perdita dell'opera.

L'operazione di stacco consiste nella asportazione di tutto lo spessore dell'intonaco, unitamente agli eventuali strati di preparazione. Dovrà essere valutato di volta in volta se e con quale metodo sia necessario eseguire un consolidamento della superficie e/o una velinatura preventiva sia sulle zone da distaccare che sulle aree circostanti.

Il piano di lavoro, da sottoporre alla D.L., prevedrà l'esatta localizzazione dei tagli che dovranno essere eseguiti esternamente ai bordi delle porzioni da distaccare. E' necessario mantenere l'integrità fisica della superficie durante l'operazione di distacco; a tal fine sarà necessario realizzare una controforma che offra un piano uniforme d'appoggio. Eseguiti i tagli, il distacco avverrà con sciabole e scalpelli metallici.

Art. V.26 - Preparazione dei frammenti staccati per la ricollocazione in situ

L'intervento consiste in una serie di operazioni da eseguire sul retro dei frammenti: eliminazione degli strati d'intervento o dei materiali di diversa natura applicati nel corso di interventi precedenti; ristabilimento della coesione degli strati preparatori; stuccatura degli strati preparatori; eventuale livellamento del retro con malta per restituire la planarità della superficie; applicazione di uno strato di intervento. Il fine dell'intervento è quello di preparare la superficie posteriore dei frammenti per la ricollocazione in situ, conferendo ai materiali originali caratteristiche di solidità, coesione e planarità necessarie, garantendo al contempo la loro conservazione e, nel caso di future operazioni, una sua facile rimozione.

Tutte le operazioni da eseguire sul retro vanno effettuate in situazioni di sicurezza circa la movimentazione e l'utilizzo di piani di lavoro adeguati.

Nella situazione in cui siano presenti strati d'intervento dovuti a precedenti operazioni di restauro, preliminarmente alla loro eliminazione, si dovrà valutare la necessità, ai fini conservativi dell'opera, di una loro rimozione parziale o totale. Si dovrà comunque sempre evitare l'utilizzo di prodotti o strumentazioni che possano in alcun modo arrecare danni di natura meccanica o chimico/fisica ai materiali costituenti o alterarne le caratteristiche fisiche e tattili.

Prima dell'applicazione di uno strato d'intervento vanno eseguite le operazioni di ristabilimento della coesione degli strati preparatori (vedi art.3.3); stuccatura delle fessurazioni; livellamento del retro con strati di malta.

Lo strato d'intervento dovrà essere realizzato con materiali stabili sia dal punto di vista chimico che fisico che non interagiscono o alterino i materiali costituenti e siano al contempo compatibili con il collante che verrà poi utilizzato al momento dell'applicazione del supporto.

Art. V.27 - Ricollocazione in situ di frammenti staccati

L'intervento riguarda la ricomposizione di frammenti di intonaco staccati per eccezionali motivi conservativi. Finalità dell'intervento è di ricomporre, per quanto possibile, l'insieme organico della superficie originale allo scopo di poter ripristinare la fruibilità dell'opera, di poterla ricollocare nella sede originale o comunque nel contesto ambientale relativo al luogo di recupero.

Sulla base della documentazione esistente e con un puntuale confronto con le riproduzioni grafiche e fotografiche, si procederà alla ricerca della giusta posizione del frammento. Per la fase di ancoraggio è previsto l'inserimento di perni che aggancino i frammenti consolidati alla struttura muraria di restauro.

Infine, la superficie dovrà essere liberata dalle velature e da qualsiasi residuo di protettivo; lungo i bordi dei frammenti saranno eseguite stuccature conservative che li sigillino per evitare l'ingresso di materiali estranei.

Art. V.28 - Rimozione di stuccature in materiale non idoneo

L'operazione consiste nella rimozione meccanica totale o parziale delle stuccature eseguite in precedenti interventi manutentivi o di restauro. La finalità è di eliminare materiali che per composizione, conformazione o localizzazione possano costituire causa di degrado oppure occultino porzioni anche limitate della superficie dipinta. La rimozione delle stuccature dovrà essere valutata anche da un punto di vista critico, in funzione della rilevanza estetica o storica delle reintegrazioni o dei rifacimenti.

L'azione meccanica, da esercitarsi con l'ausilio di bisturi, scalpelli a punta fine, microscalpelli o microfrese, non deve causare la perdita né il danneggiamento della finitura del manufatto o degli strati preparatori, qualsiasi sia il tipo di apparato decorativo (parietale o pavimentale); a tale scopo ci si potrà avvalere di velature o consolidamenti localizzati sia nella fase preliminare che nel corso dell'intervento.

Art. V.29 - Stuccatura e microstuccatura dei difetti di superficie

La stuccatura ha lo scopo di ripristinare la continuità delle superfici in presenza di fratture, fessure e mancanze. L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto idoneo e nella successiva lavorazione e rifinitura dello stesso al fine di ottenere la superficie desiderata.

Le stuccature devono essere eseguite su superfici possibilmente pulite ed esenti da depositi incoerenti e che abbiano buone caratteristiche di compattezza e coesione.

L'impasto per le stuccature deve essere a base di malta di calce aerea (grassello). La pasta dovrà ottenersi senza l'aggiunta di acqua, quindi soltanto con la miscela di legante e inerte: l'utilizzo di acqua è da evitarsi in ogni modo in quanto può provocare la comparsa di fessurazioni da ritiro.

La scelta degli inerti andrà attentamente vagliata in relazione alla tipologia di apparato decorativo e del tipo di intervento; deve risultare simile alla superficie originale sia per colore che per dimensione degli inerti (granulometria); deve inoltre essere compatibile con i materiali originali, al fine di evitare difformità di comportamento nel tempo e alterazioni delle parti con cui entrano in contatto. Per gli apparati decorativi parietali, si dovranno inoltre preferire i materiali che presentino una resistenza meccanica lievemente inferiore a quella dell'intonaco su cui vengono applicate, nonché caratteristiche fisiche analoghe. La granulometria degli inerti sarà commisurata alla dimensione della lesione/lacuna da stuccare, con granulometrie più grosse per interventi con riempimento maggiore, e più fini per interventi capillari. La quantità d'inerte varia a seconda della tipologia di intervento da realizzare, ed a seconda della natura del materiale inerte scelto, in quanto le sabbie pozzolaniche partecipano al processo di carbonatazione della malta e quindi possono considerarsi in parte leganti; in generale, la proporzione tra legante e inerte varia da 1:2 a 1:3.

Art. V.30 - Reintegrazione pittorica delle stuccature e delle cadute della pellicola pittorica

La reintegrazione pittorica si pone come obiettivo quello di ricostituire la lettura unitaria ed omogenea di un'opera d'arte alterata, matericamente e cromaticamente, dalla presenza di fessure, lacune ed abrasioni.

Quest'operazione, mirata a rendere nuovamente godibile una superficie pittorica altrimenti frammentata, deve essere sempre differenziata e distinguibile dall'originale.

Per le superfici pittoriche oggetto della presente progettazione la reintegrazione pittorica di stuccature e cadute della pellicola pittorica deve essere eseguita con colori ad acquarello tipo 'Winsor & Newton', utilizzando la tecnica del 'rigatino'.

PARTE II.III - Lavori specifici sulle superfici pavimentali

L'intervento riguarda i lavori di restauro conservativo sui pavimenti in battuto di cocciopesto e sui relativi strati preparatori. Tutte le operazioni saranno eseguite successivamente alla messa in sicurezza degli ambienti, ove necessaria, e dovranno essere puntualmente registrate sulle basi grafiche. In alcuni casi specifici, per consentire le successive lavorazioni OG2, risulterà indispensabile, per evitare la perdita di materiale originale o un ulteriore danneggiamento del pavimento, eseguire delle velature protettive.

Art. V.31 - Stacco a massetto di strato preparatorio pavimentale

L'operazione prevede il distacco dal suolo di una porzione di strato preparatorio pavimentale, realizzata in malta di calce con riempimento in pietrame e frammenti laterizi, al fine di procedere con lo scavo di fondazione delle opere strutturali previste in progetto; è prevista la successiva ricollocazione in situ. L'operazione riveste carattere di assoluta eccezionalità ed è finalizzata a consentire che gli interventi strutturali previsti non comportino la demolizione di questo strato antico. La rimozione è quindi motivata dal rischio di grave perdita dell'opera.

L'operazione di stacco consiste nella asportazione di tutto lo spessore dello strato preparatorio. Dovrà essere valutato se e con quale metodo sia necessario eseguire un consolidamento della superficie e/o una velatura preventiva sulle zone da distaccare. Il piano di lavoro, da sottoporre alla D.L., prevedrà l'esatta localizzazione dei tagli che dovranno essere eseguiti esternamente ai bordi delle porzioni da distaccare. E' necessario mantenere l'integrità fisica della superficie durante l'operazione di distacco; a tal fine sarà necessario realizzare una controforma che offra un piano uniforme d'appoggio. Eseguiti i tagli, il distacco avverrà con sciabole e scalpelli metallici.

Art. V.32 - Preparazione delle porzioni staccate per la ricollocazione in situ

L'intervento consiste in una serie di operazioni da eseguire sul retro delle sezioni staccate: ristabilimento della coesione, stuccatura, livellamento del retro con malta per restituire la planarità della superficie; applicazione di fibre o reti di rinforzo, applicazione di nuovi supporti d'irrigidimento. Il fine dell'intervento è quello di preparare la superficie posteriore delle sezioni staccate per la ricollocazione in situ, conferendo ai materiali originali caratteristiche di solidità, coesione e planarità necessarie, garantendo al contempo la loro conservazione e, nel caso di future operazioni, una sua facile rimozione.

Tutte le operazioni da eseguire sul retro vanno effettuate in situazioni di sicurezza circa la movimentazione e l'utilizzo di piani di lavoro adeguati.

Lo strato d'intervento dovrà essere realizzato con materiali stabili sia dal punto di vista chimico che fisico che non interagiscano o alterino i materiali costituenti e siano al contempo compatibili con il collante che verrà poi utilizzato al momento dell'applicazione del supporto.

Art. V.33 - Ricollocazione in situ delle porzioni staccate

L'intervento riguarda la ricomposizione delle sezioni pavimentali staccate per eccezionali motivi conservativi. Finalità dell'intervento è di ricomporre, per quanto possibile, l'insieme organico della superficie originale allo scopo di poter ripristinare la fruibilità dell'opera, di poterla ricollocare nella sede originale o comunque nel contesto ambientale relativo al luogo di recupero.

Sulla base della documentazione esistente e con un puntuale confronto con le riproduzioni grafiche e fotografiche, si procederà alla ricerca della giusta posizione e quota delle sezioni pavimentali. Per la fase di ancoraggio è previsto l'allettamento delle sezioni su malta di calce idraulica naturale NHL.

Infine, la superficie dovrà essere liberata dalle velinature e da qualsiasi residuo di protettivo; lungo i bordi delle sezioni riposizionate saranno eseguite stuccature conservative che li sigillino per evitare l'ingresso di materiali estranei.

Art. V.34 - Ristabilimento della coesione delle superfici in battuto e degli strati preparatori

Lo scopo dell'operazione è quello di conferire alle superfici in battuto di cocciopesto ed ai relativi strati preparatori valori di coesione sufficienti a migliorare la resistenza meccanica su tutte le zone decoese, consentendo un miglioramento della stabilità meccanica dell'intera opera tale da poter contrastare il fenomeno dell'usura da calpestio.

Il ristabilimento della coesione (consolidamento) sarà eseguito con Silicato di Etile tipo Wacker OH100, commercializzato già pronto all'uso (non va ulteriormente diluito in solventi) applicato a pennello in un'unica soluzione bagnato su bagnato, o percolato a siringa attraverso fessure esistenti; le superfici trattate devono rimanere con effetto bagnato ma non lucido. Si dovrà valutare caso per caso la necessità di eseguire preventivamente le operazioni di velinatura, o di pulitura degli strati superficiali.

Eventuali residui sulla superficie dovranno essere attentamente rimossi senza danneggiare e/o alterare in alcun modo la superficie pavimentale.

Durante l'esecuzione di questa operazione si dovrà evitare l'accumulo non controllato di prodotto consolidante e si dovrà rimuovere l'eventuale eccesso dello stesso dalle superfici.

In ogni caso eventuali eccessi di prodotto sono rimuovibili con idoneo solvente (variabile a seconda del prodotto commerciale scelto) solo nelle prime 3 ore successive all'applicazione, trascorse le quali il processo è irreversibile.

Dopo l'applicazione, per 30 giorni le superfici trattate non si devono bagnare e vanno protette dal sole diretto non con teli di plastica, che impedirebbero l'evaporazione del solvente, ma con teli di stoffa. Si dovranno attendere 30 giorni prima di effettuare le altre operazioni, per evitare la vetrificazione ed il conseguente imbianchimento del prodotto applicato.

Art. V.35 - Stuccatura delle fessure, reintegrazione delle piccole lacune, riposizionamento degli inerti staccati

La stuccatura ha lo scopo di ripristinare la continuità delle superfici in presenza di fratture, fessure e mancanze. L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto di idonea cromia e granulometria e nella successiva lavorazione e rifinitura dello stesso al fine di ottenere la superficie desiderata.

Le stuccature devono essere eseguite su superfici pulite, esenti da depositi incoerenti e che abbiano buone caratteristiche di compattezza e coesione.

L'impasto per le stuccature deve essere a base di malta di calce aerea (grassello). La pasta dovrà ottenersi senza l'aggiunta di acqua, quindi soltanto con la miscela di legante e inerte: l'utilizzo di acqua è da evitarsi in ogni modo in quanto può provocare la comparsa di fessurazioni da ritiro.

La scelta degli inerti andrà attentamente vagliata per risultare simile alla superficie originale sia per colore che per dimensione degli inerti (granulometria); deve inoltre essere compatibile con i materiali originali, al fine di evitare difformità di comportamento nel tempo e alterazioni delle parti con cui entrano in contatto.

Nel caso di inerti e frammenti di cocciopesto originale distaccati, essi verranno reintegrati tramite stuccatura nella sede originaria. La granulometria degli inerti del nuovo impasto sarà commisurata alla dimensione della lesione/lacuna da stuccare, con granulometrie più grosse per interventi con riempimento maggiore, e più fini per interventi capillari. La quantità d'inerte varia a seconda della tipologia di intervento da realizzare, ed a seconda della natura del materiale inerte scelto, in quanto le sabbie pozzolaniche partecipano al processo di carbonatazione

della malta e quindi possono considerarsi in parte leganti; in generale, la proporzione tra legante e inerte varia da 1:2 a 1:3.

PARTE II.IV - Lavori specifici sui manufatti

L'intervento riguarda i lavori di restauro conservativo del controsoffitto ad incannucciato (Portico Ovest), dei manufatti in terracotta (Cella Vinaria, Locale Pozzo, Torcularium), dei calchi in cemento (Ingresso, Calcatorium, Vigna) e gesso (Torcularium, Corridoio, Cucina, Deposito) degli elementi lignei originali, e degli elementi metallici antichi in essi inglobati. Tutte le operazioni saranno eseguite successivamente alla messa in sicurezza degli ambienti, ove necessaria, e dovranno essere puntualmente registrate sulle basi grafiche. In alcuni casi specifici, per consentire le successive lavorazioni OG2, risulterà indispensabile, per evitare la perdita di materiale originale o un ulteriore danneggiamento dei manufatti, eseguire delle velinature protettive.

Art. V.36 - Distacco di porzioni di controsoffitto a incannucciato dal supporto

L'operazione prevede il distacco dalla struttura di copertura di porzioni d'intonaco, già oggetto di manomissioni durante precedenti interventi di restauro, al fine di procedere con le opere strutturali previste in progetto, e la successiva ricollocazione in situ. L'operazione riveste carattere di assoluta eccezionalità ed è finalizzata a consentire gli interventi sulle strutture architettoniche garantendo al contempo l'integrità della superficie da conservare.

L'operazione di stacco consiste nella asportazione di tutto lo spessore del controsoffitto, comprese le porzioni di reintegrazione moderne. Preliminarmente sarà necessario eseguire una velinatura sia sulle zone da distaccare che sulle aree circostanti. E' necessario mantenere l'integrità fisica della superficie durante l'operazione di distacco; a tal fine sarà necessario realizzare una controforma che offra un piano uniforme d'appoggio. Il distacco avverrà con sciabole e scalpelli metallici.

Art. V.37 - Preparazione dei frammenti staccati di controsoffitto per la ricollocazione in situ

L'intervento consiste in una serie di operazioni da eseguire sul retro dei frammenti: eliminazione degli strati d'intervento o dei materiali di diversa natura applicati nel corso di interventi precedenti; ristabilimento della coesione degli strati preparatori; stuccatura degli strati preparatori; eventuale livellamento del retro con malta per restituire la planarità della superficie; applicazione di un nuovo supporto d'irrigidimento che possa essere ancorato alla nuova struttura di copertura. Il fine dell'intervento è quello di preparare la superficie posteriore dei frammenti per la ricollocazione in situ, conferendo ai materiali originali caratteristiche di solidità, coesione e planarità necessarie, garantendo al contempo la loro conservazione e, nel caso di future operazioni, una sua facile rimozione.

Tutte le operazioni da eseguire sul retro vanno effettuate in situazioni di sicurezza circa la movimentazione e l'utilizzo di piani di lavoro adeguati.

Si dovrà comunque sempre evitare l'utilizzo di prodotti o strumentazioni che possano in alcun modo arrecare danni di natura meccanica o chimico/fisica ai materiali costituenti o alterarne le caratteristiche fisiche e tattili.

Lo strato d'intervento dovrà essere realizzato con materiali stabili sia dal punto di vista chimico che fisico che non interagiscono o alterino i materiali costituenti e siano al contempo compatibili con il collante che verrà poi utilizzato al momento dell'applicazione del supporto.

Art. V.38 - Ricollocazione in situ delle porzioni di controsoffitto staccate

L'intervento riguarda la ricomposizione delle porzioni di controsoffitto a incannucciato staccati per eccezionali motivi conservativi. Finalità dell'intervento è di ricomporre, per quanto possibile, l'insieme organico della superficie originale allo scopo di poter ripristinare la fruibilità dell'opera, di poterla ricollocare nella sede originale o comunque nel contesto ambientale relativo al luogo di recupero.

Sulla base della documentazione esistente e con un puntuale confronto con le riproduzioni grafiche e fotografiche, si procederà alla ricerca della giusta posizione delle porzioni rispetto alla copertura lignea di supporto. Per la fase di ancoraggio è previsto l'inserimento di pendini che aggancino i nuovi supporti delle sezioni alla struttura di copertura.

Infine, la superficie dovrà essere liberata dalle velinature e da qualsiasi residuo di protettivo; lungo i bordi dei frammenti saranno eseguite stuccature conservative che li sigillino per evitare l'ingresso di materiali estranei.

Art. V.39 - Rimozione di stuccature in materiale non idoneo da calchi in cemento

L'operazione consiste nella rimozione meccanica totale o parziale delle stuccature eseguite in precedenti interventi manutentivi o di restauro, in cemento o resine sintetiche. La finalità è di eliminare materiali che per composizione, conformazione o localizzazione possano costituire causa di degrado oppure occultino porzioni anche limitate della superficie.

L'azione meccanica, da esercitarsi con l'ausilio di bisturi, scalpelli a punta fine, microscalpelli o microfresse, non deve causare la perdita né il danneggiamento della finitura del manufatto; a tale scopo ci si potrà avvalere di velinature o consolidamenti localizzati sia nella fase preliminare che nel corso dell'intervento.

Art. V.40 - Ristabilimento della coesione della matrice delle superfici in terracotta e dei calchi in cemento

Lo scopo dell'operazione è quello di conferire alle superfici valori di coesione sufficienti a migliorare la resistenza meccanica su tutte le zone decoese, consentendo un miglioramento della stabilità meccanica dell'intero manufatto. Il ristabilimento della coesione (consolidamento) sarà eseguito con Silicato di Etile tipo Wacker OH100, commercializzato già pronto all'uso (non va ulteriormente diluito in solventi) applicato a pennello in un'unica soluzione bagnato su bagnato, o percolato a siringa attraverso fessure esistenti; le superfici trattate devono rimanere con effetto bagnato ma non lucido. Si dovrà valutare caso per caso la necessità di eseguire preventivamente le operazioni di velinatura, o di pulitura degli strati superficiali.

Eventuali residui sulla superficie dovranno essere attentamente rimossi senza danneggiare e/o alterare in alcun modo la superficie pavimentale.

Durante l'esecuzione di questa operazione si dovrà evitare l'accumulo non controllato di prodotto consolidante e si dovrà rimuovere l'eventuale eccesso dello stesso dalle superfici.

In ogni caso eventuali eccessi di prodotto sono rimuovibili con idoneo solvente (variabile a seconda del prodotto commerciale scelto) solo nelle prime 3 ore successive all'applicazione, trascorse le quali il processo è irreversibile.

Dopo l'applicazione, per 30 giorni le superfici trattate non si devono bagnare e vanno protette dal sole diretto non con teli di plastica, che impedirebbero l'evaporazione del solvente, ma con teli di stoffa. Si dovranno attendere 30 giorni prima di effettuare le altre operazioni, per evitare la vetrificazione ed il conseguente imbianchimento del prodotto applicato.

Art. V.41 - Ricomposizione di elementi distaccati su manufatti in terracotta e calchi in cemento

Tramite utilizzo di resine sintetiche reversibili al 100%, tipo Paraloid B72 da diluirsi al 30% in acetone.

Art. V.42 - Risarcimento di fessure e soluzioni di continuità su manufatti in terracotta

La stuccatura ha lo scopo di ripristinare la continuità delle superfici in presenza di fratture, fessure e mancanze. L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto di idonea cromia e granulometria e nella successiva lavorazione e rifinitura dello stesso al fine di ottenere la superficie desiderata.

Le stuccature devono essere eseguite su superfici pulite, esenti da depositi incoerenti e che abbiano buone caratteristiche di compattezza e coesione.

L'impasto per le stuccature deve essere a base di malta di calce aerea (grassello). La pasta dovrà ottenersi senza l'aggiunta di acqua, quindi soltanto con la miscela di legante e inerte: l'utilizzo di acqua è da evitarsi in ogni modo in quanto può provocare la comparsa di fessurazioni da ritiro.

La scelta degli inerti andrà attentamente vagliata per risultare simile alla superficie originale sia per colore che per dimensione degli inerti (granulometria); deve inoltre essere compatibile con i materiali originali, al fine di evitare difformità di comportamento nel tempo e alterazioni delle parti con cui entrano in contatto.

La granulometria degli inerti del nuovo impasto sarà commisurata alla dimensione della lesione/lacuna da stuccare, con granulometrie più grosse per interventi con riempimento maggiore, e più fini per interventi capillari. La quantità d'inerte varia a seconda della tipologia di intervento da realizzare, ed a seconda della natura del materiale inerte scelto, in quanto le sabbie pozzolaniche partecipano al processo di carbonatazione della malta e quindi possono considerarsi in parte leganti; in generale, la proporzione tra legante e inerte varia da 1:2 a 1:3.

Art. V.43 - Risarcimento di fessure e soluzioni di continuità su calchi in cemento

La stuccatura ha lo scopo di ripristinare la continuità delle superfici in presenza di fratture, fessure e mancanze. L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto di idonea cromia e granulometria e nella successiva lavorazione e rifinitura dello stesso al fine di ottenere la superficie desiderata.

Le stuccature devono essere eseguite su superfici pulite, esenti da depositi incoerenti e che abbiano buone caratteristiche di compattezza e coesione.

L'impasto per le stuccature deve essere a base di malta cementizia, attentamente selezionata per risultare simile alla superficie originale sia per colore che per finitura; deve inoltre essere compatibile con i materiali originali, al fine di evitare difformità di comportamento nel tempo e alterazioni delle parti con cui entrano in contatto.

Art. V.44 - Ristabilimento dell'adesione di fessure e distacchi su elementi in terracotta

Il ristabilimento dell'adesione (fissaggio) dovrà essere realizzato tramite infiltrazioni a siringa di malta di calce idraulica naturale micronizzata (tipo 'Torraca' o 'Mapei F21') a carica idraulica micronizzata (cocciopesto). L'apporto di acqua dovrà essere estremamente limitato e con la diluizione adeguata alla sola capacità di iniezione e penetrazione della malta; nel caso di malte premiscelate le diluizioni dovranno rispettare le indicazioni della scheda tecnica fornita dal produttore. La malta fluida verrà applicata attraverso iniezioni a bassa pressione nelle lesioni preesistenti; prima dell'iniezione della malta fluida le sedi da trattare dovranno essere bagnate con acqua deionizzata. Eventuali residui sulla superficie dovranno essere attentamente rimossi senza danneggiare e/o alterare in alcun modo la superficie fittile. Potranno essere utilizzate velinature protettive e puntellature sia preventivamente che nel corso dell'operazione. Dovrà, inoltre, essere valutata la possibilità di eseguire una pulitura preventiva.

Il prodotto utilizzato non dovrà contenere quantità significative di sali solubili (1-2 %) né indurre, in fase di applicazione, fenomeni di cristallizzazione; dovrà essere compatibile con i materiali originali per porosità, proprietà meccaniche, peso specifico. La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato garantendo un sufficiente ancoraggio tra le superfici da far aderire.

La scelta dei prodotti, dal punto di vista della durabilità, dovrà tenere in considerazione il possibile degrado per le condizioni ambientali in cui il manufatto viene conservato e consentire il permanere nel tempo delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale. Tuttavia, non dovrà indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione.

Art. V.45 - Ristabilimento dell'adesione di fessure e distacchi su calchi in cemento

Il ristabilimento dell'adesione (fissaggio) dovrà essere realizzato tramite infiltrazioni a siringa di malta cementizia micronizzata. L'apporto di acqua dovrà essere estremamente limitato e con la diluizione adeguata alla sola capacità di iniezione e penetrazione della malta; nel caso di malte premiscelate le diluizioni dovranno rispettare le indicazioni della scheda tecnica fornita dal produttore. La malta fluida verrà applicata attraverso iniezioni a bassa pressione nelle lesioni preesistenti; prima dell'iniezione della malta fluida le sedi da trattare dovranno essere bagnate con acqua deionizzata. Eventuali residui sulla superficie dovranno essere attentamente rimossi senza danneggiare e/o alterare in alcun modo la superficie fittile. Potranno essere utilizzate velinature protettive e puntellature sia preventivamente che nel corso dell'operazione.

Il prodotto utilizzato dovrà essere compatibile con i materiali originali per porosità, proprietà meccaniche, peso specifico. La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato garantendo un sufficiente ancoraggio tra le superfici da far aderire.

La scelta dei prodotti, dal punto di vista della durabilità, dovrà tenere in considerazione il possibile degrado per le condizioni ambientali in cui il manufatto viene conservato e consentire il permanere nel tempo delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale. Tuttavia, non dovrà indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione.

Art. V.46 - Riempimento delle 'bolle di getto' dei calchi in gesso

L'operazione consiste nell'applicazione di adesivi riempitivi nelle cavità (bolle di getto) del gesso. Lo scopo è quello di evitare il collasso delle bolle in seguito ad accidentale schiacciamento, conferendo continuità strutturale e stabilità meccanica ai manufatti.

Dovrà essere realizzata tramite infiltrazioni a siringa di resina microacrilica opportunamente caricata con diatomite. La resina verrà applicata attraverso iniezioni a bassa pressione attraverso piccoli fori, praticati con trapano a mano, e nelle lesioni e/o lacune preesistenti. Eventuali residui sulla superficie dovranno essere attentamente rimossi senza danneggiare e/o alterare in alcun modo la superficie. Potranno essere utilizzate velinature protettive, puntellature, sia preventivamente che nel corso dell'operazione. Dovrà, inoltre, essere valutata la possibilità di eseguire una pulitura preventiva.

La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato.

La scelta dei prodotti, dal punto di vista della durabilità, dovrà tenere in considerazione il possibile degrado per le condizioni ambientali in cui il manufatto viene conservato e consentire il permanere nel tempo delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale. Tuttavia, non dovrà indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione.

Art. V.47 - Risarcimento dei difetti di adesione dei calchi in gesso

L'operazione consiste nell'applicazione di un prodotto con idonee proprietà adesive utilizzando tecnologie che non comportino sensibili modificazioni delle superfici trattate.

Lo scopo dell'operazione, pertanto, è quello di conferire alle superfici nuovi valori di adesione ed una continuità strutturale tra superficie e substrato.

Preliminarmente all'operazione di risarcimento dei difetti di adesione, ove possibile, è opportuno rimuovere preventivamente depositi superficiali incoerenti in eccesso (ad esempio ragnatele, polvere atmosferica, ecc. Per il trattamento di ristabilimento dell'adesione (fissaggio), si potranno utilizzare resine micro-acriliche o nano acriliche in emulsione acquosa, opportunamente caricate con diatomite e applicate attraverso micro-iniezioni, interponendo ove necessario un foglio di carta giapponese ed eventualmente esercitando una opportuna pressione, evitando così consistenti accumuli localizzati o diffusi del prodotto.

I prodotti saranno scelti in base alle loro caratteristiche adesive, alla loro penetrabilità, stabilità nel tempo ed in base alla loro compatibilità con i materiali costitutivi dell'opera.

Non dovranno inoltre interferire negativamente, per quanto possibile, con le successive fasi di restauro né provocare fenomeni di alterazione ottica (alterazione cromatica - alterazione della brillantezza).

Si dovrà operare in condizioni tali da consentire al prodotto scelto, opportunamente graduato nella sua concentrazione, di raggiungere lo strato interessato evitando che si formi un film di superficie.

La scelta dei prodotti, dal punto di vista della durabilità, dovrà tenere in considerazione il possibile degrado che potranno subire per le condizioni ambientali in cui il manufatto viene conservato e consentire il permanere nel tempo delle caratteristiche ottiche e meccaniche delle superfici.

Art. V.48 - Rimozione di stuccature in materiale non idoneo da calchi in gesso

L'operazione consiste nella rimozione meccanica di percolazioni e schizzi di malte cementizie dalle superfici in gesso, occorse in precedenti interventi. La finalità è di eliminare materiali che per composizione, conformazione o localizzazione possano costituire causa di degrado oppure occultino porzioni anche limitate della superficie.

L'azione meccanica, da esercitarsi con l'ausilio di bisturi, o microfrese, non deve causare la perdita né il danneggiamento della finitura del manufatto; a tale scopo ci si potrà avvalere di velature o consolidamenti localizzati sia nella fase preliminare che nel corso dell'intervento.

Art. V.49 - Stuccatura e microstuccatura dei difetti di superficie di calchi in gesso

La stuccatura ha lo scopo di ripristinare la continuità delle superfici in presenza di fratture, fessure e mancanze. L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto idoneo e nella successiva lavorazione e rifinitura dello stesso al fine di ottenere la superficie desiderata.

Le stuccature devono essere eseguite su superfici possibilmente pulite ed esenti da depositi incoerenti e che abbiano buone caratteristiche di compattezza e coesione.

L'impasto per le stuccature deve essere a base di stucco tipo Polyphilla.

Art. V.50 - Trattamento di elementi metallici

Trattamento conservativo degli elementi metallici sia originali sia di restauro non removibili. L'intervento è finalizzato all'asportazione di materiale incoerente sia di deposito sia formatosi come prodotto di alterazione, nonché al trattamento protettivo e/o inibitore di nuovi processi di corrosione.

L'intervento di rimozione del materiale incoerente potrà essere realizzato con mezzi meccanici. Prima del lavoro si dovrà verificare lo stato di conservazione del manufatto che ingloba l'elemento, per adottare tutte le misure necessarie a preservare da danni di tipo meccanico le porzioni limitrofe alle zone di intervento. Il trattamento protettivo potrà essere effettuato in alcuni casi applicando un prodotto che permetta la trasformazione dei prodotti di corrosione in prodotti più stabili, in altri casi applicando una sostanza che limiti gli scambi con l'ambiente.

PARTE II.V – Documentazione dello stato di fatto e degli interventi

La documentazione da produrre, al termine dell'esecuzione delle Opere di categoria OS2-A, dovrà essere consegnata alla Direzione dei Lavori in tre copie cartacee ed in tre copie su supporto digitale Cd-Rom o DVD.

Al fine di verificare lo stato di avanzamento della documentazione da produrre attraverso consegna intermedia, essa consiste in:

Art. V.51 - Relazione Illustrativa

Al termine delle operazioni conservative dovrà essere redatta una *Relazione Illustrativa* dei lavori svolti, in formato WORD e PDF, contenente:

- la descrizione dell'oggetto dell'intervento e la sua connotazione all'interno dell'edificio;
- la valutazione dello stato di conservazione complessivo dell'ambiente e delle superfici oggetto dell'intervento;
- la valutazione dei principali fattori e fenomeni di degrado riscontrati all'inizio dei lavori;
- la descrizione generale delle opere svolte, evidenziando eventuali problemi conservativi imprevisti o di natura complessa riscontrati in corso d'opera;
- immagini generali e di dettaglio ad illustrazione di quanto descritto.

Art. V.52 - Elaborati grafici

A corredo della Relazione Illustrativa si allegheranno mappature tematiche ove si evidenzieranno le aree interessate dai Lavori e la differenziazione fra le diverse operazioni eseguite. Tali elaborati verranno eseguiti su supporto fotografico (per il possibile raddrizzato) e trasferiti su supporto informatico in formato .DWG.

Tali mappature dovranno essere corredate da una legenda esplicativa per ciascuna forma di degrado individuata e per ciascun intervento condotto, localizzati graficamente a scala opportuna e caratterizzati cromaticamente in modo da essere chiaramente leggibili (i dettagli grafici e la legenda verranno concordati con la DL prima dell'esecuzione dell'intervento); i formati di consegna sono .DWG e .PDF.

Gli elaborati grafici, sopra descritti, saranno prodotti attraverso delle consegne intermedie (almeno due) al fine di verificare lo stato di avanzamento della documentazione e la correttezza delle informazioni introdotte.

Art. V.53 - Documentazione fotografica generale e di dettaglio prima, durante e dopo l'intervento

Durante l'esecuzione dei lavori conservativi dovrà essere prodotta un'accurata documentazione fotografica su supporto digitale, generale e di dettaglio, dello stato dei luoghi precedente agli interventi, delle operazioni conservative durante il loro svolgimento, e delle superfici così come risultano al termine delle opere.

La documentazione fotografica completa dello svolgimento dei lavori, consistente in immagini digitali prodotte in un numero congruo e commisurato all'entità ed alla natura delle opere, realizzate ad alta qualità (minimo 300 dpi di risoluzione, minimo 2 megabyte per immagine) in formati JPEG o TIFF, dovrà essere ordinata in cartelle separate per ciascuno degli ambienti interessati; ciascuna cartella dovrà contenere le immagini relative ai lavori eseguiti in quell'ambiente, organizzate secondo le diverse fasi di lavoro: prima, durante e dopo l'intervento; immagini di dettaglio delle operazioni di particolare interesse o complessità (distacchi e ricollocazioni, inserimento perni, ecc...) dovranno essere aggiunte e descritte nella Relazione Illustrativa e archiviate denominandole con lo stesso numero progressivo in una cartella apposita.

Art. V.54 - Revisioni e Specifiche al Piano di Manutenzione e raccomandazioni manutentive

Da osservare per tutte le superfici oggetto dell'intervento e per le situazioni di particolare fragilità.

Per tutte le superfici si richiede, a partire dalle indicazioni contenute nel Piano di Manutenzione (Elaborato P allegato al presente progetto)

- indicazioni sulla frequenza dei sopralluoghi di controllo da effettuare in tutti gli ambienti dopo l'intervento;
- stima di massima delle operazioni necessarie per controlli e manutenzione con calcolo di tempi, numero degli operatori e materiali occorrenti, sulla scorta dei contenuti del Piano di Manutenzione di progetto;

Per le superfici che presentino una situazione di particolare fragilità si richiede:

- individuazione delle superfici particolarmente delicate o ancora soggette a fattori di degrado;
- indicazione dei tempi per i sopralluoghi di controllo, in considerazione del particolare stato di degrado delle superfici;
- stima delle operazioni previste, del numero degli operatori coinvolti e dei tempi di intervento;
- indicazioni su eventuali prove e indagini scientifiche di approfondimento.

Tutte le raccomandazioni di natura manutentiva che emergeranno durante i Lavori devono essere riportate nel Piano di Manutenzione (Elaborato P), che contiene indicazioni di natura generale, integrandolo con informazioni sulle peculiarità riscontrate nel trattamento delle superfici durante l'Appalto. Verranno anche indicate la periodicità dei controlli e la natura delle misure di conservazione preventiva che si suggerisce eseguire in relazione alle diverse

condizioni ambientali in cui si trovano le superfici (ambienti coperti o scoperti, con maggiore o minore esposizione al calpestio, con maggiore o minore afflusso di pubblico, ecc.).

Le eventuali revisioni o ulteriori specifiche da apportare al Piano di Manutenzione di Progetto dovranno tenere in particolare considerazione le situazioni di fragilità localizzate, le criticità di aree eventualmente non riportate in fase di progettazione ma risultanti tali dalle osservazioni eseguite durante i Lavori, eventuali variazioni delle condizioni ambientali e di contorno dei manufatti, che si possano verificare durante i Lavori (es. nuove coperture o altro tipo di opere provvisorie, etc.).

Tale documentazione aggiuntiva al Piano di Manutenzione (Elaborato P allegato al presente progetto), dovrà essere consegnata alla Direzione dei Lavori al termine delle Opere, in formato WORD e PDF, su supporto digitale Cd-Rom o DVD ed in triplice copia.

CAPO VI – IMPIANTI ELETTRICI, SPECIALI ED ILLUMINAZIONE

PARTE I - QUALITÀ DEI MATERIALI E MODALITÀ DI ESECUZIONE

Tutte le disposizioni di cui al presente capitolo sono relative esclusivamente alle opere relative agli impianti di:

- Impianti elettrici e speciali
- Impianti illuminotecnici

Art. VI.1 - Scavi a sezione obbligata e scavi in genere

Gli scavi per la formazione di cavidotti, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, per le sole opere di posa in opera della tubazioni, saranno oggetto di sterro e rinterro e redistribuzione sul piano circostante di campagna perimetralmente agli scavi di "Villa Regina" a giudizio insindacabile della D.L. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate, previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie. La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Art. VI.2 - Posa cavidotti

I cavidotti dovranno essere posati sul fondo dello scavo assicurando che il fondo sia regolarizzato e non vi siano sporgenze o detriti. Gli stessi dovranno essere posati evitando assolutamente che si formino curvature anomale e comunque in modo più rettilineo possibile. Le giunzioni dovranno essere eseguite esclusivamente a mezzo di manicotto dedicati. All'interno dei pozzetti i cavidotti dovranno obbligatoriamente mantenere una ricchezza di almeno 30 cm per ogni tratta.

Art. VI.3 - Rinterri

Per l'esecuzione di qualunque opera di rinterro, e fino alle quote prescritte dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, salvo diverse indicazioni della Direzione dei lavori e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, se disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori. Nell'esecuzione dei suddetti rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione.

Art. VI.4 - Posa dei cavi

Durante la posa dei cavi in cavidotto predisposto dovranno essere evitate brusche piegature, ammaccature, rigature. E' ammesso l'utilizzo di attrezzature meccaniche per la trazione dei cavi solo previo benestare della Direzione dei lavori. Nei cavidotti non potranno essere eseguite giunzioni e morsetti.

All'interno dei pozzetti o delle scatole di derivazione dovrà essere lasciata opportuna ricchezza ai cavi, come da indicazione della D.L.. Nel caso non fossero rispettate tali disposizioni è fatto obbligo a provvedere alla sostituzione del tratto di linea

Art. VI.5 - Materiali, proprietà fisiche e meccaniche cavidotti

A parità di caratteristiche saranno sempre da installarsi materiali marchiati IMQ. Con i prezzi dei materiali si intende compensata anche la spesa per la fornitura e il trasporto a piè d'opera, gli sfridi e per i semilavorati la

manodopera per il confezionamento, e ogni altra spesa occorrente. La valutazione dei materiali è fatta a seconda dei casi, a numero, superficie, volume o peso.

Il cavidotto è una tubazione in polietilene ad alta densità (PEAD) destinata alla protezione dei cavi in installazioni elettriche interrate.

Caratteristiche:

Resistenza agli urti fino a -25°C. Resistenza alle variazioni di temperatura da -10°C a +40°C senza compromettere le sue caratteristiche originali. Resistenza elettrica d isolamento superiore a 100 Mohm (M W). Rigidità dielettrica superiore a 8800 Kv/cm. Resistenza agli agenti chimici. La flessibilità rende agevole la posa in qualsiasi tipo di terreno, su qualsiasi pendenza, permette di evitare facilmente gli ostacoli anche senza l'utilizzo di curve o sistema similari. L'elasticità gli permette di assorbire agevolmente gli stati di sforzo provocati da normali assestamenti dei terreni. La leggerezza facilita lo stoccaggio, il trasporto e l'installazione. Il collegamento fra due spezzoni avviene tramite un manicotto di giunzione di facile e rapido utilizzo che non richiede l'apporto di alcun tipo di collante. Per rendere agile l'operazione di collegamento tubo-manicotto si consiglia del lubrificante e/o scivolante all'interno della superficie del manicotto. Una perfetta tenuta delle giunzioni può essere assicurata grazie all'utilizzo o di guarnizioni elastomeriche.

Le caratteristiche meccaniche più di rilievo per un cavidotto sono:

- a) la resistenza allo schiacciamento;
- b) la resistenza agli urti.

La prima di queste caratteristiche è la più importante; perché il tubo viene interrato e di conseguenza sottoposto al carico statico sovrastante. A ciò si deve aggiungere l'eventuale carico dovuto alle sollecitazioni sopra il terreno che copre il cavidotto che verranno trattate più avanti. La seconda rappresenta le sollecitazioni accidentali dovute alle pietre presenti nel terreno che cadono sulla superficie del manufatto durante la fase di interrimento. Per questo è opportuno che lo strato di terreno adiacente al cavidotto sia privo di sassi aventi un diametro superiore a 80-100mm. L'impiego del polietilene ha eliminato il problema di fare le prove a basse temperature, perché esso sino a bassissime temperature (-50°C) non diventa fragile, non di meno le prove vengono fatte per soddisfare le normative che risentono ancora dei problemi presenti quando i cavidotti venivano fatti solamente con polivinilcloruro (PVC).

- a) Resistenza allo schiacciamento.

La verifica di questa resistenza, peculiare per l'uso che viene fatto del cavidotto, è basata sulla normativa italiana CEI PREN 50086-2-4 Variante A1. Nel caso di questa normativa il campione di cavidotto lungo 200 mm viene schiacciato tra due piastre di dimensioni minime 100x200x15 mm in modo da ridurre il diametro esterno del 5% e la forza necessaria deve superare un valore prefissato (450N o 750N). Al termine della prova il campione di cavidotto non viene classificato ma si determina solamente la sua idoneità (conforme/non conforme).

- b) Resistenza agli urti.

La classificazione viene fatta in base alla prova d'urto.

Mentre la resistenza allo schiacciamento è una proprietà che accompagna il cavidotto durante la sua vita "terrena", la prova all'urto serve a garantire il cavidotto durante la posa. Questa prova è quindi necessaria solamente per dare all'installatore una certa sicurezza durante la posa del cavidotto. Essa viene fatta per mezzo della caduta di una massa sul provino di tubo corrugato. Sperimentalmente viene sganciato sul tubo corrugato un dardo guida da un carrello di massa prefissata.

Normativa italiana CEI PREN50086-1 e CEI PREN 50086-2-4 Variante A1. Il campione viene raffreddato a -5°C per un periodo di 2 ore. La prova viene fatta facendo cadere il dardo, con un peso fisso di 5 Kg, sul campione da un'altezza variabile in funzione del diametro nominale del tubo (vedi tabella "Prova d'urto"). Al termine della prova non ci deve essere alcuna fessura che consenta il passaggio d'acqua dall'interno verso l'esterno del provino per almeno 9 provini su 12 testati.

Tutti i cavidotti sono identificati per mezzo di una marcatura a getto d'inchiostro applicata direttamente sulla superficie del tubo sia in rotoli che in barre ad intervalli di 2 metri. La marcatura, conforme alla Normativa CEI PREN 50086-1 e CEI PREN 50086-2-4-Variante A1, riporta i seguenti dati:

il nome del produttore, nome commerciale, diametro nominale, lettera N (serie normale), normativa di riferimento, marchio IEMMEQU, eventuali marchi esteri, data di produzione, ora di produzione resistenza allo schiacciamento (450N o 750N);

Art. VI.6 - Materiali, proprietà fisiche e meccaniche cavi

Isolamento dei cavi: i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

colori distintivi dei cavi: i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio 7 (cenere) e marrone;

sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse: le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono: • 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione e telecomando; • 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW; • 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW; • 4 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW;

sezione minima dei conduttori di neutro: la sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere inferiore rispetto a quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), allorché la corrente massima (compre eventuali armoniche) che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla corrispondente corrente ammissibile per la sezione ridotta del neutro;

sezione dei conduttori di protezione, di terra ed equipotenziali: la sezione dei conduttori di terra, protezione ed equipotenziali, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti e tra loro le masse, non deve essere inferiore a quella indicata nelle tabelle seguenti, estrapolate dalle norme CEI 64-8/5, con le seguenti accortezze: - quando un conduttore di protezione è comune a più circuiti la sua sezione deve essere dimensionata sulla base del circuito di sezione maggiore; - qualora i materiali del conduttore di fase e di protezione siano differenti la sezione del conduttore di protezione va dimensionata in modo da avere una conduttanza equivalente a quella ottenuta dall'applicazione della tabella;

Art. VI.7 - Canalizzazioni

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere costituite da: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc. Negli impianti industriali, il tipo di installazione dovrà essere concordato di volta in volta con l'Committenza.

Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione.

- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno, per i circuiti di potenza, non deve essere inferiore a 16 mm;
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- a ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsetterie. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone 11 garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. Tuttavia è ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;
- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI

(i numeri fra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

| diametro esterno/ diametro interno [mm] | sezione dei cavetti [mm ²] | | | | | | | | |
|--|---|--------|------|-----|-----|---|---|----|----|
| | (0,5) | (0,75) | (1) | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 |
| 12/8,5 | (4) | (4) | (2) | | | | | | |
| 14/10 | (7) | (4) | (3) | | | | | | |
| 16/11,7 | | | (4) | 4 | 2 | | | | |
| 20/15,5 | | | (9) | 7 | 4 | 4 | 2 | | |
| 25/19,8 | | | (12) | 9 | 7 | 7 | 4 | 2 | |
| 32/26,4 | | | | | 12 | 9 | 7 | 7 | 3 |

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti a influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

Art. VI.8 - Posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi

Per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi, dovranno osservarsi le relative norme CEI. Se non diversamente specificato in sede di appalto, sarà di competenza della Ditta appaltatrice la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (pali di appoggio, mensole, isolatori, cavi, accessori, ecc.).

Tutti i rapporti con terzi (istituzioni di servitù di elettrodotto, di appoggio, di attraversamento ecc.), saranno di competenza esclusiva e a carico del Committente, in conformità di quanto disposto al riguardo del testo unico di leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici, di cui RD 11 dicembre 1933 n. 1775 e s.m.i.

Art. VI.9 - Posa aerea di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti

Saranno ammessi a tale sistema di posa, unicamente cavi destinati a sopportare tensioni di esercizio non superiori a 1000 V, isolati in conformità, salvo che non si tratti di cavi per alimentazione di circuiti per illuminazione in serie o per alimentazione di tubi fluorescenti, per le quali il limite massimo della tensione ammessa sarà di 6000 V.

Con tali limitazioni d'impiego potranno aversi:

- cavi autoportanti a fascio con isolamento a base di polietilene reticolato per linee aeree a corrente alternata secondo le norme CEI 20-31;
- cavi con treccia in acciaio di supporto incorporata nella stessa guaina isolante;
- cavi sospesi a treccia indipendente in acciaio zincato (cosiddetta sospensione «americana») a mezzo di fibbie o ganci di sospensione, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, posti a distanza non superiore a 40 cm. Per tutti questi casi si impiegheranno collari e mensole di ammarro, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, per la tenuta dei cavi sui sostegni, tramite le predette trecce di acciaio.

Anche per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, sotto guaina, vale integralmente quanto espresso al precedente comma 9.9 per la posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi.

CAPO VII - LAVORI DIVERSI

Art. VII.1 – Lavori non specificati nei precedenti articoli

Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, che si rendessero necessari, si seguiranno le seguenti prescrizioni: l'esecuzione di qualunque lavoro non previsto nelle suddette lavorazioni impegnerà l'Appaltatore al rispetto delle norme vigenti relativamente al controllo della qualità del materiale necessario nonché alla corretta conservazione e messa in opera di detto materiale per una esecuzione dei lavori a regola d'arte.

Inoltre l'eventuale sostituzione di elementi non più rispondenti alle originarie prestazioni qualitative o funzionali dovrà essere tale da ripristinare la condizione iniziale attraverso l'uso degli stessi materiali o di materiali aventi uguali caratteristiche. L'impiego di materiali diversi verrà concordato tra la D.L. e la Stazione Appaltante.

L'Appaltatore, inoltre ha l'obbligo di consultare la D.L. ogni qualvolta si presentino circostanze improvvise che rendano inapplicabili le misure previste nei precedenti articoli in riferimento all'uso di determinati materiali o di determinati procedimenti esecutivi. In nessun caso l'Appaltatore potrà di sua iniziativa effettuare lavori non previsti dal presente CSA senza l'approvazione del Direttore dei Lavori.

Art. VII.2 - Lavori eventualmente non previsti

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, o si procederà secondo le norme previste nel contratto d'Appalto.

Gli operatori forniti per le Opere "in economia" dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi. Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servizio e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

CAPO VIII - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

Art. VIII.1 - Consegna delle aree di cantiere

Prima della consegna delle aree di cantiere l'Appaltatore provvederà a rendere disponibili il Piano Operativo di Sicurezza (di seguito "POS"), il Piano di Qualità ed il Cronoprogramma aggiornato, preventivamente concordato con la D.L.

Per le operazioni di consegna l'Appaltatore deve mettere a disposizione il personale e i mezzi opportuni per effettuare le verifiche di confini, quote, sezioni, tracciamento delle Opere.

La consegna delle aree di cantiere risulterà da apposito Verbale di Consegna sottoscritto dalla D.L. e dall'Appaltatore. Spetterà alla D.L. agevolare l'organizzazione dei Lavori consegnando di volta in volta le necessarie aree ed indicando la precedenza degli interventi, in accordo con il Cronoprogramma stabilito (Elaborato E allegato al presente progetto e sue successive revisioni ed aggiornamenti); a tal fine la D.L. provvederà a comunicare volta per volta all'Appaltatore le Opere da effettuare nonché il giorno ed il luogo in cui dovrà svolgersi la consegna di ulteriori aree di cantiere.

Nonostante le quote ed i rilievi dello stato di fatto indicati o consegnati all'Appaltatore siano da considerarsi estremamente accurati, l'Appaltatore avrà comunque l'obbligo di controllarli, a propria cura e spese. Alla consegna delle aree e prima di tale termine l'Appaltatore dovrà precisare alla D.L. le eventuali discordanze presentando la documentazione scritta a giustificazione di quanto constatato. Trascorso tale termine senza alcun rilievo discordante da parte dell'Appaltatore, si intenderà che questo accetta, definitivamente, senza eccezioni o riserva di sorta, tutti gli elementi ad esso consegnati, anche agli effetti contabili.

Art. VIII.2 - Proprietà dei materiali di recupero e scavo

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni, se non considerati di risulta e quindi da smaltire a discarica come indicato dal D.L. resteranno di proprietà della Stazione Appaltante.

Tali materiali potranno essere reimpiegati dall'Appaltatore nelle Opere da realizzarsi solo su ordine del D.L., e dopo averne pattuito il prezzo. Resta salvo l'onere dell'Appaltatore di provvedere allo smaltimento a discarica dei materiali di risulta.

Art. VIII.3 - Rinvenimenti fortuiti

La Stazione Appaltante, salvo quanto possa competere allo Stato, si riserva la proprietà degli oggetti, mobili e immobili di valore nonché di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia, l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenissero fortuitamente nelle demolizioni e negli scavi (in conformità con le disposizioni del D.Lgs. 42/2004).

L'Appaltatore dovrà dare immediato avviso del loro rinvenimento alla D.L., depositare quelli mobili e deperibili presso i depositi che verranno indicati e proteggere adeguatamente quelli non asportabili; le spese sostenute dall'Appaltatore per la conservazione e per speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate dalla D.L. verranno compensate a seguito di pattuizione.

Art. VIII.4 - Situazione generale e gestione del cantiere

La Stazione Appaltante, stante l'importanza e il valore archeologico degli ambienti e degli eventuali oggetti in essi compresi, si riserva di costituire un sistema di controllo degli accessi al cantiere con verifica attraverso badges individuali che saranno rilasciati a chi accede al cantiere, previa segnalazione dei nominativi da parte dell'Appaltatore. L'Appaltatore s'impegna, senza richiedere ulteriori oneri, ad adattare la propria organizzazione alle condizioni sopra elencate o a quelle che saranno all'uopo predisposte dall'Amministrazione anche in corso d'opera.

Art. VIII.5 - Orario di lavoro

L'Appaltatore può ordinare ai propri dipendenti di lavorare oltre il normale orario giornaliero in conformità con le prescrizioni di legge e degli applicabili contratti collettivi nazionali, dandone preventiva comunicazione alla D.L. Quest'ultimo può vietare l'esercizio di tale facoltà qualora ricorrano motivati impedimenti di ordine tecnico o organizzativo; in ogni caso l'Appaltatore non ha diritto ad alcun compenso oltre il corrispettivo pattuito.

Salva l'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro, se la D.L. ravvisa la necessità che i Lavori siano continuati ininterrottamente o siano eseguiti in condizioni eccezionali, su autorizzazione dell'Amministrazione ne

darà ordine scritto all'Appaltatore, il quale sarà obbligato a uniformarvisi, salvo il diritto al ristoro del maggior onere.

Art. VIII.6 - Criteri per la misurazione e la valutazione dei lavori

Per tutte le Opere a misura le quantità di lavoro eseguite saranno determinate con misure geometriche, o a numero, escluso ogni altro metodo. I prezzi a misura delle lavorazioni saranno applicati alla reale superficie trattata. Le superfici curve verranno computate per il loro reale sviluppo.

I compensi orari della manodopera saranno corrisposti secondo la reale qualifica degli operatori impiegati e secondo le ore effettivamente lavorate, con l'esclusione del tempo necessario per il raggiungimento o l'allontanamento dal luogo di lavoro.

Per i Lavori da contabilizzarsi a corpo il prezzo contrattuale è fisso e invariabile, l'Appaltatore non potrà chiedere compensi per tutte quelle Opere che sono desumibili dai disegni o dal CSA o prescritte dalle regole dell'arte.

Prima di provvedere alla contabilizzazione di qualsiasi lavorazione con quantità superiori a quelle di progetto dovrà essere richiesta preventiva autorizzazione.

L'Appaltatore è tenuto a avvisare la D.L. qualora, per il progredire dei Lavori, non risultino più accertabili le misure delle Opere eseguite. Dovrà comunque, prima di procedere nell'esecuzione dei Lavori, dare il tempo al D.L. di controllare le Opere precedentemente eseguite. Le misurazioni saranno svolte in contraddittorio con l'Appaltatore.

Art. VIII.7 - Contabilità e riserve

La contabilità sarà tenuta sui documenti contabili di cui al successivo paragrafo.

Il Registro di contabilità, i verbali e gli altri atti contabili, ivi comprendendo Libretti delle misure e documentazione integrativa di rilievo in cantiere, devono essere firmati dall'Appaltatore, con o senza riserve, nel momento in cui gli saranno presentati dalla D.L. per la firma.

Le osservazioni e le riserve devono essere riportate sinteticamente per iscritto sul documento stesso e esplicate per esteso entro 15 (quindici) giorni, riportando le domande d'indennità, i relativi importi e le ragioni addotte.

La D.L., nei successivi 15 (quindici) giorni, espone nel Registro le sue motivate decisioni. Le riserve devono essere confermate sul Conto finale, di cui alla voce "h" del successivo Art. V.11.

Art. VIII.8 - Documenti contabili

I documenti contabili per l'accertamento dei Lavori e delle forniture saranno tenuti dal Direttore dei Lavori, con l'ausilio di collaboratori contabili.

L'Appaltatore è obbligato alla tenuta delle scritture di cantiere e in particolare:

- il libro giornale a pagine preventivamente numerate nel quale sono registrati i Lavori;
- il libro dei rilievi o delle misure dei Lavori, che deve contenere tutti gli elementi necessari all'esatta e tempestiva registrazione delle Opere eseguite.

Art. VIII.9 - Tenuta dei documenti

La contabilità dei Lavori sarà tenuta secondo le disposizioni della normativa vigente in materia.

In particolare:

- a) il Giornale dei Lavori è tenuto in cantiere, e in esso sono annotati, con periodicità massima di una settimana, tutti i fatti salienti e le fasi del lavoro. Il Giornale dei Lavori potrà contenere anche i verbali che la D.L. si riserva di compilare a scadenza settimanale. La suddetta documentazione dovrà essere firmata anche dall'Appaltatore in ogni pagina.
- b) le misure saranno rilevate in contraddittorio tra la D.L. e l'Appaltatore o persona delegata, e riportate sull'apposito Libretto delle misure, insieme al disegno del luogo e ai grafici necessari alla completa ricostruzione e verifica anche a fine Lavori.
Qualora i Lavori apportassero modifiche ai luoghi occorre eseguire le operazioni sia prima sia dopo l'esecuzione dei Lavori stessi. Concluse le operazioni di misura il libretto deve essere firmato immediatamente anche dall'Appaltatore.
- c) le Liste settimanali riporteranno le ore lavorate dagli operai, i noli e mezzi d'opera, nonché le forniture effettuate dall'Appaltatore, il quale dovrà firmare in seguito alla D.L.;
- d) il Registro di contabilità conterrà la trascrizione sintetica dei Lavori dedotta dal Libretto delle misure, sarà firmato in ogni foglio dalla D.L. e dall'Appaltatore e sarà custodito dalla D.L. stessa;

- e) il Sommario del registro di contabilità sarà un fascicolo a colonne con l'indicazione di ciascuna singola voce dell'Elenco Prezzi Unitari desunto dalla lista di offerta, sul quale saranno trasferite le indicazioni del registro di contabilità. Al momento del raggiungimento dell'importo della rata di acconto si chiuderanno le colonne con una riga orizzontale e si tireranno le somme;
- f) lo Stato di Avanzamento dei Lavori (di seguito "SAL") riporterà tutte le voci e i relativi importi dedotti dal sommario del registro di contabilità. Riporterà anche le forniture e i materiali, non ancora messi in opera, contabilizzati e sarà firmato dalla D.L.;
- g) il Certificato per il pagamento delle rate di acconto riporterà il totale dell'importo dello stato di avanzamento, dal quale saranno dedotti i precedenti pagamenti ed eseguite le ritenute previste. La somma risultante sarà gravata di I.V.A. nella misura di legge, e servirà per l'emissione della fattura fiscale da parte dell'Appaltatore; il Certificato sarà firmato dalla D.L.;
- h) il Conto Finale è costituito di due documenti congiunti, che saranno consegnati al collaudatore:
 - 1) lo Stato Finale dei Lavori riporta le quantità e gli importi totali di tutte le voci dei Lavori eseguiti e delle forniture;
 - 2) la Relazione sul Conto Finale riporterà gli estremi di tutti i documenti con brevi descrizioni, i nuovi prezzi, le approvazioni, gli infortuni, ecc., in modo da documentare cronologicamente le fasi amministrative, tecniche e economiche di tutto l'iter tecnico - amministrativo dell'Appalto.

Art. VIII.10 - Documentazione dello stato di fatto e degli interventi – Cat. OG2

Nella documentazione di corredo di fine lavori dell'intervento di restauro dovranno essere aggiornate gli elaborati grafici redatti in fase di progetto dove sarà cura dell'operatore in contraddittorio con la D.L. appuntare le eventuali modifiche apportate durante i lavori. Dovrà inoltre essere prodotta una relazione illustrativa e una serie di schede riassuntive degli interventi, corredate da fotografie eseguite in corso d'opera, schede dei materiali utilizzati, procedure eseguite.

Le schede saranno concordate con la D.L. ovvero verranno realizzate secondo un format rilasciato dalla D.L. stessa al momento dell'avvio dei lavori e verranno consegnate durante il corso dei lavori, una volta terminata l'operazione in oggetto.

Le informazioni peculiari che dovranno essere riportate nelle schede riassuntive sono le seguenti:

- ubicazione operazione (secondo il catasto del Sito fornito dalla D.L.);
- descrizione operazione;
- fotografie ante operam, durante i lavori e post operam;
- risorse utilizzate: uomini/giorno, specializzazioni degli operatori, quantità di materiali impiegati;
- quantità realizzate (superfici, cubature, ecc.);
- tipo di prodotto utilizzato con relativo nome commerciale affiancato dall'eventuale sigla industriale e nome della ditta produttrice. Occorre tenere presente che alcune fabbriche producono un'ampia gamma del medesimo prodotto. Questa attenzione dovrà essere adottata non solo per i prodotti di tipo chimico ma anche per le calce, gli inerti e i prodotti premiscelati (intonaci, tinteggiature ecc.);
- modalità di esecuzione e applicazione: queste informazioni sono utili per verificare l'efficacia o meno di un trattamento nel tempo e per riprodurlo o, eventualmente, modificarlo.

CAPO IX - AVVERTENZE

Art. IX.1 - Elenco prezzi unitari

Per la migliore comprensione dei dati riportati nel seguito è necessario tenere presente che nel corso dell'esecuzione delle Opere i prezzi applicati sono quelli proposti dall'Appaltatore in sede di offerta:

- ♦ I prezzi dei materiali sono riferiti ad una alta qualità dei materiali da impiegare;

♦ I prezzi della manodopera comprendono la retribuzione contrattuale, gli oneri percentuali e gli oneri assicurativi di legge e contrattuali. Si precisa che i prezzi per prestazioni di manodopera si intendono sempre riferiti a prestazioni fornite in orario e in condizioni normali di lavoro.

♦ I prezzi dei noli di automezzi sono comprensivi di tutte le forniture complementari (carburante, lubrificante, grasso, ecc...);

♦ I prezzi dei semilavorati si riferiscono a merce resa su betoniera franco-cantiere.

I prezzi delle Opere compiute comprendono i costi della manodopera idonea, dei materiali di prima scelta e qualità, delle spese generali e dell'utile dell'Appaltatore in modo che il manufatto risulti completo e finito a regola d'arte.

I prezzi si intendono sempre al netto di ogni onere accessorio del tipo:

- imposte di registro;
- bolli e diritti;
- progettazione;
- calcoli di dimensionamento;
- IVA;

Le quotazioni fornite in sede di offerta dall'Appaltatore sono comprensive dei costi indiretti di cantiere che comprendono:

- la recinzione, le strade di servizio di cantiere e eventuali mezzi provvisionali;
- l'allaccio ai pubblici servizi, i baraccamenti e tutti i dispositivi di sicurezza;
- il carico, trasporto e smaltimento alle pp. dd. di ogni materiale di risulta derivante dall'esecuzione dei Lavori in Appalto.

I prezzi unitari sono, in ogni caso, comprensivi delle seguenti prestazioni:

a) per la manodopera:

Il reperimento anche da altre regioni, per eventuale carenza di mano d'opera locale, l'assunzione e le retribuzioni ordinarie e straordinarie e l'eventuale trasporto sui luoghi di lavoro della mano d'opera occorrente, ogni spesa per fornire le maestranze di utensili ed attrezzi, spese accessorie di ogni specie, trasporti, baracche per alloggi, dormitori, mense, ecc. nonché la spesa per l'illuminazione del cantiere quando questa si rende necessaria; dispositivi e attrezzature di protezione individuale e quant'altro previsto dalle normative in vigore sulla sicurezza;

b) per i Lavori a misura e a corpo:

Tutte le spese per mezzi d'opera e per assicurazioni di ogni genere; tutte le forniture occorrenti; la lavorazione di materiali e loro impiego secondo le specificazioni contenute nel presente CSA, le imposte sui materiali, le spese generali e le indennità di passaggio attraverso proprietà o di occupazione di suolo pubblico o privato.

Sono inoltre compresi i ponteggi, le normali Opere provvisionali che saranno di volta in volta necessarie per eliminare pericoli a persone e danneggiamento ai locali o parti di edificio sottostanti alla zona di lavoro e per realizzare i Lavori stessi.

In particolare oltre alla normale attrezzatura di cantiere sono altresì compresi:

- l'onere per qualsiasi puntellamento necessario, anche se solo consigliabile, i ponteggi con relativi piani di lavoro sia all'interno del fabbricato, sia all'esterno, l'assistenza muraria, l'accatastamento, nell'ambito del cantiere del materiale recuperabile a giudizio del D.L. e successivo trasporto in luogo indicato dalla stessa; con il trasporto del materiale di risulta alle pubbliche discariche e la pulizia generale dell'immobile a fine Lavori, e quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte;

- Tutte le Opere dovranno essere eseguite a regola d'arte nel rispetto della vigente normativa in materia di prevenzione infortuni e in ogni caso dovranno essere approvate dalla D.L.;
- Per i Lavori a misura che dovessero richiedere prestazioni straordinarie notturne o festive di personale, non sarà corrisposto dalla SANP alcun compenso o maggiorazione, restando ogni conseguente onere a carico dell'Appaltatore, salvo che le stesse prestazioni straordinarie siano state espressamente ordinate dalla D.L.;
- I prezzi delle Opere qui descritte sono pure comprensivi degli oneri per la protezione delle Opere già esistenti e nuove, degli eventuali ripristini e, a Lavori ultimati, della pulizia ordinaria e straordinaria degli ambienti per consentirne l'immediato utilizzo;
- Tali Opere dovranno essere eseguite a regola d'arte, nel rispetto della vigente normativa in materia di prevenzione infortuni, e in ogni caso dovranno essere approvate dalla D.L.

Si precisa che di tutti gli oneri ed obblighi specificati nel presente articolo e negli altri articoli del presente CSA, l'Appaltatore ha tenuto conto nello stabilire i prezzi unitari offerti e la misura dei compensi:

- i prezzi offerti s'intendono quindi accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza, si intende accettato pure il termine generale di ultimazione dei Lavori; essi sono pertanto fissi e invariabili;
- si intendono accettati dall'Appaltatore, tenuto conto anche delle eventuali soggezioni che all'esecuzione dei Lavori potessero conseguire dalla coesistenza di altri cantieri e dalla contemporanea esecuzione, nello stesso ambito, di Opere affidate a altre ditte.

L'Appaltatore dichiara pertanto di non aver ragione di pretendere sovrapprezzi o indennità speciali di alcun genere e si obbliga anzi formalmente a svolgere i Lavori con quella successione che potesse essere prescritta dall'Amministrazione nell'intento di ottenere che tutte le Opere possano svolgersi con continuità;

Art. IX.2 - Ulteriori obblighi e responsabilità dell'Appaltatore

L'Appaltatore è responsabile degli adempimenti connessi con l'attuazione delle norme riguardanti la tutela dall'inquinamento acustico, atmosferico con agenti chimico-biologici, lo smaltimento dei rifiuti o il riutilizzo di materiali residui.

In caso di eventuale rinvenimento, nel corso dei Lavori, di manufatti di amianto, prima della sua rimozione dovrà essere presentato, a cura dell'Appaltatore, sia alla Az. USL Dipartimento di Prevenzione, sia all'ARPA Napoli, il Piano di Rimozione di cui all'Art. 256 del D.Lgs 81/2008.

Dovranno essere svolte le indagini, i calcoli e le verifiche necessarie per la sicurezza del lavoro in presenza di scavi oltre 1,5 m. di profondità, scarpate, fondazioni e simili (cfr. DM 11/3/1988). Dovranno essere prodotti i calcoli di stabilità di tutte le eventuali Opere provvisorie che dovessero rendere necessarie oltre a quelle già previste nel presente CSA.

Durante l'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni del presente CSA e delle norme in esso richiamate, tutte le disposizioni della D.L. nonché quelle emanate da Organi dello Stato, Regionali, Provinciali o Comunali competenti in materia.

Anche se alcuni argomenti di cui ai sotto riportati punti sono già trattati in appositi articoli, si ribadisce che nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, saranno a carico dell'Appaltatore oltre agli oneri di cui agli Artt. 4, 5 e 6 del Capitolato Generale d'Appalto adottato con D.M. 19.04.2000, n.145 (di seguito, "DM 145/2000"), e di cui agli Artt. 4 e 165 del DPR 207/2010, i seguenti oneri e obblighi, tenuti in considerazione nella formulazione dell'offerta:

1. Qualora, a giudizio insindacabile della D. L., l'organizzazione del cantiere destasse concrete perplessità sulla competenza dell'Appaltatore rispetto all'importanza delle opere da eseguire o qualora i lavori non fossero condotti con la celerità necessaria o rimanessero sospesi per insufficienza di mezzi o manodopera o per deficienza di finanziamenti o per qualsiasi altra causa, indipendente dalla D.L., la Stazione Appaltante invierà formale diffida di decadenza mediante lettera raccomandata R.R. e nel caso l'Appaltatore entro perentorio termine indicato non provvedesse alla regolare e continuativa attività delle opere appaltate, potrà dichiarare risolto il contratto a danni e spese dell'Appaltatore stesso senza che esso possa fare obiezioni di sorta.
2. Installare e impiegare tutti i mezzi d'opera occorrenti per il funzionamento con efficienza e modernità dei cantieri, quali ponteggi, assiti, casseforme, puntelli, attrezzi, contenitori per inerti e leganti, apparecchi di

sollevamento e quant'altro possa utilmente occorrere per la buona e tempestiva esecuzione delle Opere appaltate.

3. Eseguire a sua cura e spese tutte le verifiche, le indagini, i saggi e le campionature richieste dalla D.L. in corso d'opera per la scelta delle soluzioni da adottare e la puntuale definizione dell'intervento in Appalto.
4. Provvedere a sue cure e spese all'allontanamento presso discariche autorizzate dei vari materiali di risulta, ivi compresi i rifiuti di tipo speciale e/o nocivo o tossico, compreso l'onere relativo ai costi di smaltimento che sarà richiesto dal gestore della discarica, garantendo inoltre il rispetto della vigente normativa in materia.
5. Ripristinare nelle condizioni precedenti all'inizio dei lavori qualsiasi cosa danneggiata o impegnata dai lavori stessi, ovvero sminuita nel suo valore d'uso o di godimento. In particolare l'Appaltatore dovrà provvedere a sue spese a riparare le parti del cantiere, degli spazi adiacenti di collegamento e di servizio e le aree esterne di scarico e carico dei materiali e di servizio che durante l'esecuzione dei lavori di restauro dovessero eventualmente subire danneggiamenti.

Art. IX.3 - Manodopera

La manodopera impiegata dovrà essere idonea al lavoro per il quale è richiesta e dovrà essere provvista dei necessari attrezzi. **Nel caso delle Opere di categoria OS2 dovrà essere garantita la presenza costante e continua di un restauratore qualificato ai sensi del D.M. 03/08/2000 n.294 e s.m.i. per ogni cinque operatori.** Pertanto almeno **dieci giorni prima della consegna dei lavori dovrà essere obbligatoriamente sottoposto alla D.L. l'elenco dei lavoratori** che l'Appaltatore intende impiegare in cantiere, completo dei dati anagrafici, delle **qualifiche** e dei **curricula** dei lavoratori, corredati da fotocopia dei documenti d'identità. Detto elenco sarà utilizzato per consentire l'accesso alle aree di cantiere e dovrà essere tempestivamente aggiornato e sottoposto alla D.L. ogni qual volta vi saranno variazioni nel personale impiegato. **L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire la manodopera che non riesca di gradimento alla D. L.**

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi vigenti e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei Lavori che formano oggetto del presente Appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i Lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il Contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore, anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica e sindacale.

L'Appaltatore è responsabile dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplina l'ipotesi del subappalto. Il fatto che il subappalto sia o non sia autorizzato non esime l'Appaltatore dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti del Committente.

Non sono in ogni caso considerati subappalti le commesse date dall'Appaltatore ad altre imprese:

- a) Per la fornitura di materiali;
- b) Per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

Art. IX.4 - Direzione del cantiere

La direzione del cantiere, per quanto concerne le **opere della categoria "OS2"**, dovrà essere affidata dall'Appaltatore ad un direttore tecnico di cantiere in possesso dei requisiti previsti dal D.M. 03.08.2000, n.294 e s.m.i., di gradimento dell'Amministrazione ed eventualmente coincidente con il rappresentante dell'Appaltatore di cui all'Art. 4 del DM 145/2000, il cui nominativo dovrà essere comunicato per iscritto all'Amministrazione **almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori.** Il direttore tecnico di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione e la conduzione del cantiere.

Durante lo svolgimento dei lavori dovrà essere sempre presente in cantiere un rappresentante dell'Appaltatore, in possesso dei prescritti requisiti d'idoneità tecnica e morale e nominato con mandato di rappresentanza, incaricato di ricevere gli ordini e le istruzioni della D.L..

Detto rappresentante dell'Appaltatore dovrà essere anche autorizzato a fare allontanare dalla zona dei Lavori a semplice richiesta verbale della D.L., assistenti e operai che non riuscissero di gradimento della Stazione Appaltante.

L'Appaltatore è tenuto, qualora ricorrano gravi e giustificati motivi e su richiesta dell'Amministrazione, a provvedere all'immediato allontanamento del suo rappresentante, senza che per ciò spetti alcuna indennità all'Appaltatore o al suo rappresentante.

Art. IX.5 - Danni di forza maggiore

Saranno considerati danni di forza maggiore quelli provocati alle opere da eventi imprevedibili od eccezionali e per i quali l'Appaltatore non abbia trascurato le normali ed ordinarie precauzioni.

Per i danni causati da forza maggiore si applicano le norme degli Artt. 166 e 358 del DPR. 207/2010.

I danni dovranno essere denunciati dall'Appaltatore immediatamente, appena verificatosi l'avvenimento, ed in nessun caso, sotto pena di decadenza, oltre i tre giorni.

Il compenso sarà limitato all'importo dei lavori necessari per le riparazioni, valutati a prezzi di contratto. Nessun compenso sarà dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa o la negligenza dell'Appaltatore o delle persone delle quali esso è tenuto a rispondere.

Art. IX.6 – Responsabilità per danni

L'Appaltatore sarà totalmente responsabile, sia penalmente che civilmente, di tutti i danni di qualsiasi natura potessero derivare alle persone, cose e proprietà per causa delle opere sia eseguite che in corso di esecuzione, così come disposto dagli Artt. 125, 126 e 165 del DPR 207/2010.

Qualora in conseguenza dei danni di cui sopra sorgessero cause o liti, l'Appaltatore dovrà sostenerle e sollevare comunque la Direzione Lavori e l'Amministrazione da ogni responsabilità.

Art. IX.7 - Insufficienti indicazioni di progetto

Qualora nel corso dell'esecuzione dei lavori venga constatato che nel presente CSA o nei vari elaborati di progetto non sono stati specificati alcuni particolari esecutivi o caratteristiche tecnologiche o dei materiali, lavorazioni, ecc., necessari, a giudizio della D.L., alla regolare esecuzione dell'opera in progetto ed al rispetto delle leggi, norme e regolamenti vigenti, l'Appaltatore è tenuto a fornire i materiali ed eseguire le opere relative, in conformità agli ordini che in proposito impartirà la D.L. e senza che ad esso spetti alcun particolare compenso.

CAPO X - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. X.1 - Generalità

Premesso e ricordato che l'Appalto è per opere "a corpo e a misura", i prezzi per lavori a misura ed a corpo si intendono valutati dall'Appaltatore in base ai calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio (con particolare riferimento all'articolo 1.6. del presente Capitolato Speciale). Essi sono fissi ed invariabili, salvo l'eventuale applicazione di leggi che consentono la revisione dei prezzi contrattuali.

Ove, durante la realizzazione delle opere, si dovesse presentare la necessità di eseguire categorie di lavori non previsti o di utilizzare materiali diversi da quelli designati, prima di procedere all'esecuzione di dette opere si dovranno pattuire nuovi prezzi conformemente a quanto stabilito dall'Art.163 del Regolamento (d.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010). mediante la compilazione di nuove analisi o assimilando detti prezzi a categorie di lavori simili compresi nel Contratto.

Quindi, per quanto non previsto e non in contrasto con i documenti di Appalto e con la normativa vigente, si rimanda a quanto indicato nelle singole voci dell'Elenco Prezzi e comunque si espongono negli articoli seguenti alcune prescrizioni particolari per la misurazione e la valutazione dei lavori.

Si precisa che nel presente Appalto, per la redazione dei S.A.L. non si prevede di aggiungere all'importo dei lavori eseguiti quello del materiale a piè d'opera. Nel paragrafo 4.4 sono indicate le misurazioni da utilizzare per il solo materiale posato.

Art. X.1.1 - Opere "a misura".

I prezzi unitari in base ai quali saranno pagati gli eventuali lavori a misura, sono indicati nell'Elenco Prezzi di Appalto, previa deduzione del pattuito ribasso d'asta.

Essi compensano:

- a) circa i materiali, ogni spesa (per forniture, trasporto, dazi e l'eventuale imposta di consumo, se dovuta, cali, perdite, sprechi, ecc.), nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;
- b) circa gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;
- c) circa i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso;
- d) circa i lavori a misura ed a corpo, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, i mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o in discesa, ecc., e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per tutti gli oneri che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli o nell'elenco delle opere allegato al presente Capitolato, negli altri atti contrattuali, compreso l'Elenco Prezzi.

Art. X.1.2 - Opere "a corpo":

I prezzi determinati "a corpo" sono fissi ed invariabili e saranno inseriti in contabilità soltanto ad avvenuta, completa esecuzione delle opere che compensano.

Art. X.1.3 - Opere "in economia":

Le prestazioni in economia diretta e i noleggi saranno assolutamente eccezionali, e potranno verificarsi solo per lavori del tutto secondari; in ogni caso non verranno riconosciute e compensate se non corrisponderanno ad un preciso ordine ed autorizzazione preventiva della Direzione dei Lavori.

Art. X.1.4 - Mano d'opera:

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi. Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Art. X.1.5 - Materiali a piè d'opera o in cantiere:

Tutti i materiali in provvista saranno misurati con metodi geometrici, con le prescrizioni indicate nei vari articoli dell'Elenco Prezzi e nell'art. 34 del Capitolato Generale.

Art. X.1.6 - Noleggi:

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibili e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine. Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore. I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione della Stazione Appaltante, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e portare a regime i meccanismi. Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi. Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

Art. X.2 - Demolizioni e rimozioni

I lavori verranno misurati al netto delle rispettive forme geometriche delle opere da demolire: a superficie o a volume, secondo come risulterà dall'elenco dei prezzi di progetto.

Per la demolizione e rimozione di tutti gli elementi moderni non più funzionali di qualsiasi materiale, incluso il trasporto alla pubblica discarica è previsto un compenso a corpo.

Nei lavori di demolizione ove ricorrenti si intendono compresi gli oneri per:

- i canali occorrenti per la discesa dei materiali di risulta;
- l'innaffiamento;
- l'eventuale rimozione, la cernita, la scalcinatura, la pulizia e l'accatastamento dei materiali recuperabili riservati alla Stazione Appaltante all'interno del cantiere o in altro deposito dal Commitente indicato e non più distante di tre km dal cantiere;
- tutte le lavorazioni per dare l'opera totalmente demolita, perfettamente pulita e integra da eventuali danni dovuti alle demolizioni stesse.

Art. X.3 - Mercedi per mano d'opera

Verranno accreditate le ore e le mezze ore di lavoro eseguite dagli operai ai prezzi orari riportati nell'Elenco Prezzi.

Art. X.4 – Materiali (per le sole voci presenti in Elenco Prezzi)

Si adotteranno i prezzi unitari indicati nell'Elenco Prezzi misurati con metodi geometrici e con le unità di misura indicate nell'elenco prezzi stesso con approssimazione alla seconda cifra decimale per misure di lunghezza, superficie, pesi e volumi.

In assenza di indicazioni sulle misurazioni, si adotteranno quelle del Prezzario delle Opere Edili del Provveditorato alle OO.PP. per la Toscana anno gennaio 2010 e/o altri bollettini ufficiali solitamente in uso presso le Soprintendenze della Toscana del Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

Art. X.5 - Noli

Si adotteranno i prezzi unitari indicati, misurati con le unità di misura indicate nell'Elenco Prezzi stesso e per le ore effettive di uso in cantiere del mezzo. Per il nolo a caldo si dovrà misurare il tempo d'uso del mezzo e aggiungere allo stesso il medesimo tempo per un operatore assimilabile ad un operaio specializzato. In assenza di indicazioni sulle misurazioni, si adotteranno quelle del Prezzario delle Opere Edili del Provveditorato alle OO.PP. per la Toscana anno 2010 ed ancora in assenza quelle in uso in commercio.

Per i noli "a freddo" dei macchinari cioè per la durata del nolo nelle ore di fermo verrà applicato il 30% del nolo del solo macchinario (escluso il prezzo per la mano d'opera).

Art. X.6 - Trasporti

E' inteso che nei prezzi d'elenco o in assenza di essi in quelli del Prezzario delle Opere Edili del Provveditorato alle OO.PP. per la Toscana anno 2010 è compreso ogni onere per il carico e lo scarico nonché le tasse comunali per le discariche tra cui quelle relative ai materiali tossici e nocivi.

Art. X.7 - Scavi in genere

Gli scavi di fondazione saranno valutati a volume misurato a metro cubo in posto intendendosi compreso qualunque onere per la rimozione, il taglio, la rottura di trovanti, fondazioni, relitti di qualunque natura e consistenza.

Il volume sarà determinato sulla base dei disegni di progetto e/o con misure geometriche eseguite in contraddittorio con l'Appaltatore.

Gli scavi saranno sempre valutati come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi ogni maggiore scavo già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco.

Il volume computato sarà dato dal prodotto della base di fondazione riportata nei disegni di progetto per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale o scoticato quando detto scavo di sbancamento non venga effettuato.

Per gli scavi di fondazione che debbano accogliere strutture in c.a. la larghezza sarà aumentata di cm. 20. Sono compresi nel prezzo anche tutti gli oneri, forniture e prestazioni conseguenti alla necessità di proteggere gli scavi da franamenti e smottamenti quali: difese, puntellature, sbatacchiature ed armature anche a "cassa chiusa", geotessili, drenaggi, ecc.

Art. X.8 - Rinterri

Per i rinterri dei cavi, delle tubazioni o di altri elementi sia a larga sezione sia a sezione ristretta, il volume da misurare è quello a compattazione effettuata pari al volume compensato dello scavo a larga sezione e/o a sezione ristretta con la detrazione dei volumi dei manufatti (tubazioni, serbatoi, pozzetti, plinti, travi di fondazione, muri di sostegno, ecc) che il cavo stesso contiene.

Art. X.9 - Drenaggi

Valgono le stesse norme di misurazione dell'articolo precedente.

Art. X.10 - Conglomerati cementizi non armati ed armati

I conglomerati cementizi in genere, costruiti da getto in opera, saranno di norma valutati in base al loro volume, escludendosi dagli oneri la fornitura e posa in opera degli acciai per i conglomerati cementizi armati che verranno considerati a parte.

I conglomerati saranno misurati in opera in base alle dimensioni prescritte esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, e dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori, trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto o disposte dalla D.L. agli spigoli (di larghezza non superiore a 10 cm) e la deduzione del volume occupato dai ferri (per quelli armati).

Nei prezzi di Elenco dei conglomerati cementizi, armati o meno, sono anche compresi e compensati la fornitura e la posa in opera di tutti i materiali necessari, la manodopera, i ponteggi, le attrezzature ed i macchinari per la confezione ed in genere tutti gli obblighi ed oneri esecutivi particolarmente riportati nel presente Capitolato; sono altresì compresi, se non diversamente disposto, gli stampi di ogni forma, i casseri, le casseforme di contenimento, le puntellature e centinature di ogni forma e dimensione, il relativo disarmo, nonché l'eventuale rifinitura dei getti. Rimangono sempre esclusi i ferri di armatura che verranno compensati a parte.

L'impiego di eventuali additivi nei calcestruzzi e nei conglomerati, ancorché ordinati e/o approvati dalla Direzione Lavori, darà diritto unicamente al compenso del costo di detti materiali.

Il conglomerato cementizio per volte, tubolari, rettangolari od ovoidali, da eseguire in opera o fuori opera, ove non diversamente specificato, sarà contabilizzato come conglomerato ordinario, secondo la dosatura od altro tipo di classifica, qualunque fossero le difficoltà o le modalità del getto.

Saranno considerati getti di fondazione e quindi compensati con i relativi prezzi d'Elenco: i plinti, i cordoli di fondazione, le travi rovesce (comprendenti di soles ed anime), i cordoli di collegamento di fondazione, le soles dei muri a retta o di sostegno.

Saranno considerati getti in elevazione e quindi compensati con i relativi prezzi d'Elenco: le pareti verticali dei muri di sostegno e a retta, i pilastri, in genere tutte le strutture che spiccano dalle strutture orizzontali di fondazione.

Le "ali" staffate delle travi saranno compensate con i prezzi dei conglomerati cementizi armati.

Le fasce piene e semipiene nonché i ferri di armatura (anche negativi) dei solai saranno compensati con i prezzi dei solai.

Nei prezzi di Elenco dei conglomerati cementizi, armati o meno, sono anche compresi e compensati la fornitura e la posa in opera di tutti i materiali necessari, la manodopera, i ponteggi, le attrezzature ed i macchinari per la confezione ed in genere tutti gli obblighi ed oneri esecutivi particolarmente riportati nel presente Capitolato; sono altresì compresi, se non diversamente disposto, gli stampi di ogni forma, i casseri, le casseforme di contenimento, le puntellature e centinature di ogni forma e dimensione, il relativo disarmo, nonché l'eventuale rifinitura dei getti.

Art. X.11 - Conglomerati cementizi alleggeriti

I conglomerati cementizi alleggeriti saranno pagati a mc.

Quelli adottati con funzioni di massetto e soletta saranno pagati sino a cm 5 a mq; sarà applicato un sovrapprezzo per ogni cm in più. In caso di posa di massetti su lamiera grecate, l'altezza sarà misurata dall'estradosso dell'onda superiore della lamiera.

Art. X.12 - Acciaio d'armatura per strutture in c.a.

Le armature in opera, verificate che non siano inferiori a quelle previste nei disegni di progetto, sia esse in ferro omogeneo che ad aderenza migliorata, saranno contabilizzate a peso per ciascun tipo. Il peso sarà ottenuto moltiplicando lo sviluppo di ogni barra indicato sui disegni, incluse le eventuali uncinate (il cui sviluppo viene convenzionalmente considerato di 10 diametri per ogni uncino), per il peso a metro dato dal seguente prospetto. Non verranno prese in considerazione le quantità e le sovrapposizioni non previste in progetto e non accettate dalla Direzione Lavori. Così come non saranno presi in esame eventuali staffe di sostegno, cavallotti, distanziatori, ecc.

I pesi da considerare per la misurazione sono quelli desumibili dai prontuari ufficiali.

Art. X.13 - Rete metallica elettrosaldata per strutture in c.a.

Le reti metalliche, verificate che non siano inferiori a quelle previste nei disegni di progetto, verranno contabilizzate a peso.

Il peso sarà ottenuto moltiplicando la superficie indicata nei disegni o rilevata sul posto per il peso a mq desunto dai manuali ovvero della tabelle dei fornitori.

Non saranno prese in conto gli sfridi, i tagli e le sovrapposizioni previste in progetto (di norma pari ad una maglia e comunque non inferiore a 10 cm) né quelle non accettate specificatamente dalla Direzione Lavori.

Art. X.14 - Armature principali, casseforme e armature secondarie

- a) Armature principali: l'onere delle armature principali di sostegno delle casseforme per i getti di conglomerato cementizio, semplice o armato, a qualunque altezza, è compreso in genere nei prezzi di Elenco relativi a detti getti e nel caso di valutazione scorporata dalle casseforme nel prezzo relativo a queste ultime. Lo stesso vale per le armature di sostegno delle casseforme per piattabande, travate e sbalzi, o di sostegno della centinatura per volte, per opere fino a 10,00 m di luce netta o di aggetto. Per luci maggiori le armature principali di sostegno saranno compensate a parte e saranno valutate con i criteri che, nel caso, verranno appositamente stabiliti.
- b) Casseforme ed armature secondarie: si ricorda che per armature secondarie dovranno intendersi quelle ad immediato contatto con le casseforme e necessarie ad assicurarne la stabilità di configurazione. Le casseforme ed armature secondarie, ove il relativo onere non fosse compensato nel prezzo dei calcestruzzi e/o dei conglomerati, saranno computate in base allo sviluppo della loro superficie effettiva e nel relativo prezzo di elenco s'intende compensata ogni fornitura occorrente di legname, ferramenta, ecc., ed ogni sfrido relativo, ogni spesa per la lavorazione e apprestamento, per la collocazione in opera di longarine di collegamento, infissione di pali, tavoloni o palancole, per rimozione, perdite, guasti e per ogni altro lavoro, nessuno escluso od eccettuato, occorrente per dare le opere complete ed idonee all'uso.

Art. X.15 - Strutture metalliche

Le strutture metalliche saranno compensate a peso che sarà desunto dai prontuari ufficiali.

Verranno assunte per la misurazione le figure geometriche desunte dai disegni di progetto considerando le lunghezze dei profilati, dei tubi, dei tiranti, ecc. misurate lungo gli assi dai punti di incontro teorici degli assi stessi.

Inclusi nel prezzo ma non considerati nel peso, saranno le cerniere, i tagli, le saldature, i fori, le dime provvisorie, le piastre, i capochiave, i tirafondi, gli inghisaggi con malte speciali, le flange, i calastrelli, i bulloni, le rondelle, le rosette, etc. Per tener conto degli oneri connessi, le dimensioni teoriche di cui al comma precedente saranno maggiorate del 10%.

Art. X.16 - Murature in genere

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà

fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 mq e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 mq, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa. Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri. Tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sordini, sguinci, canne, spigoli, strombature, architravi e incassature per imposte di archi, volte e piattabande, nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei Lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature saranno misurate secondo lo sviluppo rettilineo dell'asse delle stesse e non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature, misurando la dimensione aggettante previa detrazione dei 5 cm iniziali.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Art. X.17 – Opere in marmo e pietre naturali

I prezzi sia della fornitura che della posa in opera dei marmi e delle pietre naturali o artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera. Per i pezzi speciali di angolo si misurerà la superficie rivestita. Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme e delle indicazioni prescritte nel presente Capitolato e nei documenti di Appalto in genere si intende compreso nei prezzi.

Specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto e il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento o altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chiavette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per la perfetta rifinitura dopo la posa in opera.

I prezzi di Elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

Art. X.18 – Opere in ferro

Tutti i lavori di metallo saranno in generale valutati a peso e i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio e a spese dell'Appaltatore, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

Art. X.19 - Lavori in legname

Tutte le lavorazioni saranno misurate per la superficie netta posata nei casi di misurazioni al metro quadrato e per il volume netto di legname in opera nei casi di misurazioni al metro cubo.

Nella valutazione di tutti i legnami non si terrà conto dei maschi e dei nodi per la congiunzione dei diversi pezzi, come non si dedurranno le relative mancanze od intagli o sfridi.

Nei prezzi riguardanti la lavorazione o posizione in opera dei legnami è compreso ogni compenso per la provvista di tutta la chioderia, delle staffe, bulloni, chiavetti, ecc., occorrenti, per gli sfridi, per l'esecuzione delle giunzioni e degli innesti di qualunque specie, per palchi di servizio, catene, cordami, malta, cemento, meccanismi e simili, e per qualunque altro mezzo provvisionale e lavoro per l'innalzamento, trasporto e posa in opera.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto. Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, pomoli, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro funzionamento, nonché di una mano di olio di lino cotto, quando non siano altrimenti lucidati o verniciati. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare, ai campioni approvati dalla Direzione dei Lavori. I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione, la posa in opera, sempre quando non sia pagata a parte, e la manutenzione per garantirne il perfetto funzionamento sino al collaudo finale.

CAPO XI - OPERE ED APPRESTAMENTI PER LA SICUREZZA

Art. XI.1 - Oggetto dell'Appalto

Il presente CSA ha per oggetto il coordinamento delle procedure esecutive e la fornitura degli apprestamenti e delle attrezzature atte a garantire, durante le fasi lavorative per il "Progetto Coperture: manutenzione ordinaria e straordinaria delle coperture, delle strutture murarie e degli apparati decorativi di "Villa Regina" presso gli Scavi di Boscoreale", la conformità a tutte le norme di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori, nel rispetto del D.Lgs 81/2008 e s.m.i:

- a) valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza;
- b) eliminazione dei rischi in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico e, ove ciò non è possibile, loro riduzione al minimo;
- c) riduzione dei rischi alla fonte;
- d) programmazione della prevenzione mirando ad un complesso che integra in modo coerente nella prevenzione le condizioni tecniche produttive ed organizzative dell' Impresa nonché l'influenza dei fattori dell'ambiente di lavoro;
- e) sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o è meno pericoloso;
- f) rispetto dei principi ergonomici nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, anche per attenuare il lavoro monotono e quello ripetitivo;
- g) priorità delle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale;
- h) limitazione al minimo del numero dei lavoratori che sono, o che possono essere, esposti al rischio;
- i) utilizzo limitato degli agenti chimici, fisici e biologici, sui luoghi di lavoro;
- l) controllo sanitario dei lavoratori in funzione dei rischi specifici;
- m) allontanamento del lavoratore dall'esposizione a rischio, per motivi sanitari inerenti la sua persona;
- n) misure igieniche;
- o) misure di protezione collettiva ed individuale;
- p) misure di emergenza da attuare in caso di pronto soccorso, di lotta antincendio, di evacuazione dei lavoratori e di pericolo grave ed immediato;
- q) uso di segnali di avvertimento e di sicurezza;
- r) regolare manutenzione di ambienti, attrezzature, macchine ed impianti, con particolare riguardo ai dispositivi di sicurezza in conformità alla indicazione dei fabbricanti;
- s) informazione, formazione, consultazione e partecipazione dei lavoratori ovvero dei loro rappresentanti, sulle questioni riguardanti la sicurezza e la salute sul luogo di lavoro;
- t) istruzioni adeguate ai lavoratori;

Le misure relative alla sicurezza, all'igiene ed alla salute durante il lavoro non devono in nessun caso comportare oneri finanziari per i lavoratori.

Art. XI.2 - Ammontare dell'Appalto

Le attrezzature, gli apprestamenti e le procedure di cui al presente CSA saranno valutati a corpo sulla base dei prezzi globali e forfettari contenuti nell'elenco prezzi.

L'ammontare complessivo degli oneri atti a garantire le condizioni di sicurezza e igiene dei lavoratori durante le fasi lavorative, che come già detto sono compresi nei prezzi contrattuali concordati, ammontano ad **Euro 24.529,97**. (*Euro ventiquattromilacinquecentoventinove/97*).

Art. XI.3 - Obblighi ed oneri dell'Appaltatore

L'Appaltatore ha l'obbligo di dare completa attuazione alle indicazioni contenute nel presente CSA, nei documenti allegati e a tutte le richieste del Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione (di seguito, per brevità, "**CSE**"), pertanto ad esso compete con le conseguenti responsabilità:

- 1) entro trenta giorni dalla data di aggiudicazione definitiva dei lavori e comunque prima dell'inizio degli stessi redigere e consegnare il Piano Operativo di Sicurezza (di seguito "**POS**") ai sensi dell'art 89 lettera h, redatto in conformità all'art 17 comma 1 lettera i cui contenuti sono specificati dall'allegato XV del D.Lgs. 81/2008.
- 2) Redigere e consegnare al committente ovvero al responsabile dei lavori ed al CSE, eventuali proposte integrative del Piano di Coordinamento e Sicurezza (di seguito "**PSC**") nel caso vi siano proposte migliorative che assicurino un grado di sicurezza maggiore nell'esecuzione dei lavori.
- 3) Nominare il direttore tecnico di cantiere e comunicare il nominativo del responsabile del servizio prevenzione e protezione al committente ovvero al responsabile dei lavori ed al CSE.
- 4) Redigere e trasmettere al committente ovvero al responsabile dei lavori ed al CSE, il POS per quanto attinente alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori.
- 5) Promuovere ed istituire nel cantiere oggetto del presente CSA, un sistema gestionale permanente ed organico diretto alla individuazione, valutazione, riduzione e controllo costante dei rischi per la sicurezza e salute dei dipendenti e dei terzi operanti nell'ambito dell'impresa.
- 6) Promuovere le attività di prevenzione, in coerenza a principi e misure predeterminati.
- 7) Promuovere un programma di informazione e formazione dei lavoratori, individuando i momenti di consultazione dei dipendenti e dei loro rappresentanti.
- 8) Mantenere in efficienza i servizi logistici di cantiere.
- 9) Assicurare il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità, assicurare la più idonea ubicazione delle postazioni di lavoro e le più idonee condizioni di movimentazione dei carichi, assicurare il controllo e la manutenzione di ogni impianto che possa determinare situazioni di pericolo per la sicurezza dei lavoratori, assicurare la più idonea sistemazione delle aree di stoccaggio e di deposito.
- 10) Assicurare, il tempestivo approntamento in cantiere delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive previste dai piani di sicurezza ovvero richieste dal CSE.
- 11) Disporre in cantiere di idonee e qualificate maestranze, adeguatamente formate, in funzione della necessità delle singole fasi lavorative, segnalando al CSE l'eventuale personale tecnico ed amministrativo alle sue dipendenze destinato a coadiuvarlo.
- 12) Rilasciare dichiarazione di aver provveduto alle assistenze, assicurazioni e previdenze dei lavoratori presenti in cantiere secondo le norme di legge e dei contratti collettivi di lavoro.
- 13) Rilasciare dichiarazione di aver sottoposto tutti i lavoratori presenti in cantiere alla sorveglianza sanitaria secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o qualora le condizioni di lavoro lo richiedano.
- 14) Provvedere alla fedele esecuzione di quanto contenuto nel piano di sicurezza e nei documenti di progettazione della sicurezza ed in particolare delle attrezzature e degli apprestamenti previsti conformemente alle norme di legge.
- 15) Tenere a disposizione del CSE e del committente, ovvero del responsabile dei lavori e degli organi di vigilanza, copia controfirmata della documentazione relativa alla progettazione ed al piano della

sicurezza.

- 16) Fornire alle imprese subappaltatrici ed ai lavoratori autonomi presenti in cantiere adeguata documentazione, informazione e supporto tecnico-organizzativo, informazioni relative ai rischi derivanti dalle condizioni ambientali nelle immediate vicinanze del cantiere, delle condizioni logistiche all'interno del cantiere, dalle lavorazioni da eseguire, dalla interferenza con altre imprese, le informazioni relative all'uso di attrezzature, apprestamenti, macchinari e dispositivi di protezione collettiva ed individuale. Fornire inoltre compreso ai noli a caldo copia del PSC.
- 17) Mettere a disposizione di tutti i RSPP delle imprese subappaltatrici e dei lavoratori autonomi il PSC ed il POS prima dell'inizio dei lavori e fornire al CSE dichiarazione sottoscritta dal titolare dell'impresa in subappalto, dei noli a caldo e dal lavoratore autonomi di aver ricevuto il PSC.
- 18) Fornire almeno dieci giorni prima dell'inizio dei lavori al committente o al responsabile dei lavori od al CSE i nominativi di tutte le imprese ed i lavoratori autonomi ai quali intende affidarsi per l'esecuzione di particolari lavori, previo verifica della loro idoneità tecnico-professionale e copia di tutti i documenti elencati all'interno del PSC relativo ad ogni impresa.
- 19) Informare il Committente ovvero il responsabile dei lavori e il CSE delle proposte di modifica ai piani formulate dalle imprese subappaltatrici e dai lavoratori autonomi.
- 20) Organizzare il servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori in funzione delle caratteristiche morfologiche, tecniche e procedurali del cantiere oggetto del presente Appalto.
- 21) Affiggere e custodire in cantiere copia della notifica preliminare.
- 22) Rendersi garanti e responsabili per le ditte subappaltatrici, per i lavoratori autonomi e per i noli a caldo affinché per tali imprese si attui il preciso adempimento dei contenuti del PSC e dei sopra indicati punti - 1 al 21.

Nello svolgere tali obblighi l'Appaltatore deve istaurare un corretto ed efficace sistema di comunicazione con il committente ovvero il responsabile dei lavori, con il coordinatore per la sicurezza e tutti i lavoratori a lui subordinati.

Art. XI.4 - Obblighi ed oneri dei lavoratori autonomi e delle imprese subappaltatrici

Al lavoratore autonomo, ovvero all'impresa subappaltatrice competono le conseguenti responsabilità:

- 1) Rispettare tutte le indicazioni contenute nei piani di sicurezza e tutte le richieste del direttore tecnico dell'Appaltatore.
- 2) Utilizzare tutte le attrezzature di lavoro ed i dispositivi di protezione individuale in conformità alla normativa vigente.
- 3) Collaborare e cooperare con tutte le imprese coinvolte nel processo produttivo.
- 4) Non pregiudicare con le proprie lavorazioni la sicurezza delle altre imprese presenti in cantiere.
- 5) Informare l'Appaltatore sui possibili rischi per gli addetti presenti in cantiere derivanti dalle proprie attività lavorative.

Nello svolgere tali obblighi l'Appaltatore deve istaurare un corretto ed efficace sistema di comunicazione con il committente ovvero il responsabile dei lavori, con il coordinatore per la sicurezza e tutti i lavoratori a lui subordinati. Nello svolgere tali obblighi le imprese subappaltatrici ed i lavoratori autonomi devono instaurare un corretto ed efficace sistema di comunicazione con l'Appaltatore e tutti i lavoratori a lui subordinati.

Art. XI.5 - Obblighi ed oneri del direttore tecnico di cantiere

Al Direttore tecnico di cantiere nominato dall'impresa appaltatrice competono con le conseguenti responsabilità:

- 1) Gestire ed organizzare il cantiere in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori
- 2) Osservare e far osservare a tutte le maestranze presenti in cantiere, le prescrizioni contenute nei piani di sicurezza, le norme di coordinamento del presente capitolato e le indicazioni ricevute dal coordinatore in fase di esecuzione.
- 3) Allontanare dal cantiere coloro che risultassero in condizioni psico-fisiche o che si comportassero in modo tale da compromettere la propria sicurezza e quella degli altri addetti presenti in cantiere o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà.
- 4) Vietare l'ingresso al cantiere alle persone non addette ai lavori e non autorizzate espressamente dal responsabile dei lavori.

- 5) L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

Nello svolgere tali obblighi il direttore tecnico di cantiere deve istaurare un corretto ed efficace sistema di comunicazione con l'Appaltatore, le imprese subappaltatrici, i lavoratori autonomi, gli operai presenti in cantiere e il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori.

Art. XI.6 - Personale dell'Appaltatore

Il personale destinato ai lavori dovrà essere per numero e qualità, adeguato alle caratteristiche delle opere provvisorie in oggetto, sarà dunque formato ed informato in materia di approntamento delle opere provvisorie, di presidi di prevenzione e protezione e in materia di salute e igiene del lavoro.

L'Appaltatore dovrà inoltre osservare le norme e le prescrizioni delle leggi ed i regolamenti vigenti sull'assunzione, tutela, protezione ed assistenza dei lavoratori impegnati sul cantiere, comunicando non oltre i 15 giorni dalla consegna dei lavori, gli estremi della propria iscrizione agli istituti previdenziali ed assicurativi. Tutti i dipendenti dell'Appaltatore sono tenuti ad osservare:

- 1) I regolamenti in vigore in cantiere.
- 2) Le norme antinfortunistiche proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere
- 3) Le indicazioni contenute nel PSC e nel POS oltre alle indicazioni impartite dal coordinatore in fase di esecuzione.
- 4) Tutti i dipendenti e o collaboratori dell'Appaltatore saranno formati, addestrati e informati alle mansioni disposte, in funzione della figura e delle attrezzature e macchine di cui sono operatori, a cura ed onere dell'Appaltatore medesimo. L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che, per effetto dell'inosservanza stessa, dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.

Art. XI.7 - Condizioni dell'Appalto, presa visione ed effettuata valutazione

Nell'accettare i lavori oggetto del contratto l'Appaltatore dichiara:

- 1) Di aver preso conoscenza delle opere provvisorie da predisporre, di aver visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano.
- 2) Di aver valutato, nell'offerta, tutte le circostanze ed elementi che influiscono sul costo della mano d'opera, dei noli e dei trasporti relativamente alle opere provvisorie.
- 3) Di aver attentamente valutato, considerato ed accettato i costi della sicurezza.
- 4) L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi non si configurino come causa di forza maggiore contemplata nel codice civile (e non escluse da altre norme nel presente CSA o si riferiscano a condizioni soggettive a possibili modifiche espressamente previste nel contratto). Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme di sicurezza e conduzione dei lavori.

Art. XI.8 - Subappalti

L'Appaltatore non potrà subappaltare a terzi le attrezzature, gli apprestamenti e le procedure esecutive o parte di essa senza la necessaria autorizzazione del committente o del responsabile dei lavori ovvero del CSE.

Qualora durante l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore ritenesse opportuno, nell'interesse stesso dello sviluppo dei lavori, affidare il subappalto a ditte specializzate, esso dovrà ottenere preventiva e specifica autorizzazione scritta dal committente e dal CSE.

Inoltre l'Appaltatore rimane di fronte al committente, unico responsabile delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive subappaltate per quanto concerne la gestione della sicurezza e la loro conformità alle norme di legge.

Il committente, potrà far annullare il subappalto per incompetenza o indesiderabilità del subappaltatore, senza essere in questo tenuta ad indennizzi o risarcimenti di sorta.

Art. XI.9 - Opere relative ad attrezzature, apprestamenti e procedure esecutive

E' fatto obbligo all'Appaltatore di provvedere ai materiali, ai mezzi d'opera, ai trasporti necessari alla predisposizione di opere provvisorie, che per cause non previste e prevedibili, il CSE, il responsabile dei lavori

ovvero il committente, ritengono necessarie per assicurare un livello di protezione adeguato alle lavorazioni

Art. XI.10 - Sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato o per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza

In caso di inosservanza alle norme di sicurezza o in caso di pericolo imminente per i lavoratori, il CSE o il responsabile dei lavori ovvero il committente, potrà ordinare la sospensione dei lavori, disponendone la ripresa solo quando sia di nuovo assicurato il rispetto della normativa vigente e siano ripristinate le condizioni di sicurezza e igiene del Lavoro.

Per sospensioni dovute a pericolo grave ed imminente il committente non riconoscerà alcun compenso o indennizzo all'Appaltatore.

La durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

Art. XI.11 - Provvista dei materiali, qualità, accettazione ed impiego degli stessi

I materiali ed i manufatti utilizzati per la realizzazione delle opere relative ad attrezzature, apprestamenti e procedure esecutive atte a garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori, devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale, dei piani di sicurezza allegati ed essere conformi alle norme tecniche armonizzate e dalle norme di buona tecnica; dovranno rispondere inoltre a tutte le prescrizioni di accettazione a norma delle leggi in vigore all'atto dell'esecuzione dei lavori.

In particolare, per le opere di confinamento delle aree di cantiere, si prescrive esclusivamente l'uso dei seguenti materiali:

- Strutture in tubi e giunti in metallo del tipo zincato, completi di coprigiunti in plastica colore giallo o arancio;
- Rete in polietilene ad alta densità indeformabile di colore verde;

Spetta al coordinatore per l'esecuzione dei lavori, stabilire quali materiali e manufatti siano soggetti alla sua accettazione prima del loro impiego.

Art. XI.12 - Norme antinfortunistiche

In caso di infortunio sul lavoro il direttore tecnico, ovvero il responsabile di cantiere, dovrà dare immediata comunicazione telefonica e scritta al servizio del personale dell'Appaltatore precisando il luogo, l'ora e le cause dell'infortunio, nonché i nominativi degli eventuali testimoni dell'evento. Analoga informazione dovrà fornire al committente ovvero al responsabile dei lavori, al CSE. Il direttore tecnico di cantiere, ovvero il responsabile di cantiere, provvederà ad emettere in doppia copia la richiesta di visita medica, evidenziando il C.F. dell'azienda ed accompagnerà l'infortunato al pronto soccorso verificando l'esattezza della richiesta. Quando l'infortunio determini una inabilità temporanea al lavoro superiore ai tre giorni, il servizio del personale dell'Appaltatore provvederà a trasmettere entro 48 ore dalla data dell'infortunio:

- al commissariato di P.S. o in mancanza al sindaco competente la denuncia di infortunio sul lavoro debitamente compilata.
- alla sede INAIL competente Denuncia di infortunio completa di C.F. dell'azienda.
- al committente ovvero al responsabile dei lavori ed al CSE copia della denuncia.

Art. XI.13 - Normativa di riferimento

La realizzazione e l'utilizzazione delle Opere relative alle attrezzature, agli apprestamenti ed alle procedure esecutive relative al presente CSA dovranno essere conformi alle presenti norme di cui si riporta un elenco indicativo e non esaustivo:

- D.P.R. 547/55 norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- D.P.R. 164/56 norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni
- D.P.R. 302/56 norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali
- D.P.R. 303/56 norme generali per l'igiene sul lavoro
- D.lgs 25/2002 protezione della salute e sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici
- D.lgs 195/06 Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi

- derivanti dagli agenti fisici (rumore)
- D.lgs 626/94 Attuazione della direttiva 89/391/Cee, 89/654/ Cee, 89/655/Cee 90//279/Cee e 90/679/ Cee (vedi D.Lgs 81/2008)
- D.lgs 493/96 Attuazione della direttiva 92/58/Cee concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro
- D.lgs 459/96 Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/Cee, 91/368/Cee e 93//68/Cee concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alle macchine
- D.lgs 475/92 Attuazione della direttiva 89/686/CE relativa ai dispositivi di protezione individuale
- Ex D.lgs 46/90 norme per la sicurezza degli impianti
- art. 2087 c.c, relativo alle tutele delle condizioni di lavoro
- D.lgs, 81/08 Testo unico in materia di sicurezza e salute negli ambienti di lavoro
- UNI 10942 aprile 2001 guida alla compilazione dei piani di sicurezza
- Normativa tecnica di riferimento UNI, 150, DIN, ISPESL, CEI
- prescrizioni del locale comando dei vigili del fuoco
- prescrizioni ASL
- prescrizioni ispettorato del lavoro
- prescrizioni del locale comando di polizia locale
- prescrizioni NTA

Si richiede inoltre che l'ente sotto contratto dichiari la conoscenza dei seguenti documenti:

- Le linee guida per la cura di reperti archeologici, pubblicate il 7 maggio 1993 dalla commissione per le risorse storiche dello stato della California;
- Le raccomandazioni per la protezione di beni culturali mobili, emesse dall'Unesco in data 28 novembre 1978.

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, pertanto non solo la realizzazione delle opere relative ad attrezzature, apprestamenti e procedure esecutive sarà rispondente alla norme, ma anche i singoli materiali e manufatti dovranno essere uniformati alle norme stesse.

In caso di emissione di nuove normative in corso d'opera si di tipo prescrittivi che di carattere tecnico, l'Appaltatore e i CSE sono tenuti a comunicarlo al committente e dovranno adeguarvisi immediatamente.

Dovranno essere inoltre rispettate le prescrizioni del presente CSA e degli elaborati costituenti i documenti di gara anche se più restrittivi rispetto alla normativa in vigore, comunque sempre migliorative della sicurezza e salute dei lavoratori.

Il riferimento a normative riconosciute a livello internazionale verrà utilizzato dove esplicitamente indicato ed in ogni caso, quando la mancanza ovvero la carenza di norme italiane rende necessario ricorrere a standard non nazionali per assicurare il rispetto della più alta qualità delle Opere.

I PROGETTISTI :

Roma, data li, 01.12.2014

Il progettista Arch. Carlo Monda

Il Restauratore Stefano Volta

*(responsabile per la redazione della sezione relativa
ai lavori di Cat. OS2-A ex l. 163/2006, art. 202, artt. 1-2)*

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Arch. Immacolata Bergamasco