

---

**INDICE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. OGGETTO.....</b>  | <b>13</b> |
| <b>2. TECNOLOGIE.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>2.1. Modalità esecutive.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>2.2. Sistemi di trattamento.....</b>                                       | <b>17</b> |
| 2.2.1. Sistema monofluido.....  | 17        |
| 2.2.2. Sistema bifluido.....  | 18        |
| 2.2.3. Sistema trifluido .....  | 18        |
| <b>2.3. Pretaglio.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>2.4. Spurgo e sostegno del foro.....</b>                                   | <b>19</b> |
| <b>2.5. Attrezzature.....</b>   | <b>19</b> |
| 2.5.1. Impianto di confezionamento della miscela cementizia .....             | 19        |
| 2.5.2. Pompe e compressore .....  | 20        |
| 2.5.3. Perforatrici.....  | 20        |
| 2.5.4. Batteria di aste .....   | 21        |
| 2.5.5. Monitor.....   | 21        |
| <b>2.6. Miscele di iniezione .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>2.7. Parametri di trattamento .....</b>                                    | <b>22</b> |
| <b>3. EFFETTI DEI TRATTAMENTI.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>3.1. Principio di funzionamento .....</b>                                  | <b>25</b> |
| <b>3.2. Energia del getto.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>3.3. Interazione getto-terreno.....</b>                                    | <b>27</b> |
| <b>3.4. Diametro medio delle colonne consolidate.....</b>                     | <b>28</b> |
| <b>3.5. Variabilità geometriche .....</b>                                     | <b>29</b> |
| 3.5.1. Variazione del diametro .....  | 29        |
| 3.5.2. Variazione della direzione.....  | 29        |
| <b>3.6. Caratteristiche fisico-meccaniche del materiale consolidato .....</b> | <b>31</b> |
| 3.6.1. Resistenza.....  | 31        |
| 3.6.2. Rigidezza.....   | 32        |
| 3.6.3. Permeabilità.....  | 32        |
| 3.6.4. Peso dell'unità di volume .....  | 33        |
| <b>4. APPLICAZIONI.....</b>   | <b>34</b> |
| <b>4.1. Finalità degli interventi.....</b>                                    | <b>34</b> |
| <b>4.2. Fondazioni .....</b>  | <b>34</b> |
| 4.2.1. Fondazioni dirette .....   | 34        |
| 4.2.2. Fondazioni a pozzo .....   | 35        |

---

|   |           |
|---|-----------|
| 4.2.3. Consolidamento di fondazioni preesistenti .....                  | 36        |
| <b>4.3. Opere di sostegno .....</b>                                     | <b>38</b> |
| <b>4.4. Gallerie.....</b>   | <b>40</b> |
| 4.4.1. Trattamenti dall'esterno della galleria .....                    | 40        |
| 4.4.2. Trattamenti dall'interno della galleria .....                    | 41        |
| <b>4.5. Diaframmi.....</b>  | <b>42</b> |
| <b>4.6. Tamponi di fondo .....</b>                                      | <b>43</b> |
| <b>5. PROGETTO .....</b>  | <b>45</b> |
| <b>5.1. Riferimenti normativi.....</b>                                  | <b>45</b> |
| <b>5.2. Sequenza progettuale.....</b>                                   | <b>47</b> |
| <b>5.3. Calcoli di verifica .....</b>                                   | <b>49</b> |
| 5.3.1. Caratteristiche geometriche delle colonne consolidate .....      | 52        |
| 5.3.2. Caratteristiche meccaniche del materiale consolidato .....       | 53        |
| <b>5.4. Campo prove .....</b>   | <b>54</b> |
| 5.4.1. Misure dell'esito dei trattamenti.....                           | 54        |
| 5.4.2. Ottimizzazione del sistema di trattamento .....                  | 55        |
| 5.4.3. Misura degli effetti sull'ambiente circostante .....             | 55        |
| 5.4.4. Messa a punto del sistema di controllo e monitoraggio .....      | 55        |
| <b>6. CONTROLLI.....</b>  | <b>56</b> |
| 6.1. Premessa .....   | 56        |
| <b>6.2. Riferimenti normativi.....</b>                                  | <b>56</b> |
| <b>6.3. Controlli sui materiali.....</b>                                | <b>57</b> |
| 6.3.1. Leganti idraulici.....   | 58        |
| 6.3.2. Additivi.....  | 58        |
| 6.3.3. Armature.....  | 58        |
| 6.3.4. Acqua.....   | 59        |
| 6.3.5. Miscela cementizia .....   | 59        |
| <b>6.4. Controlli delle modalità esecutive.....</b>                     | <b>59</b> |
| 6.4.1. Controlli sulle attrezzature.....                                | 59        |
| 6.4.2. Controlli sul processo produttivo.....                           | 60        |
| 6.4.3. Controlli della posizione dell'asse di trattamento .....         | 60        |
| <b>6.5. Controlli finali sul prodotto.....</b>                          | <b>60</b> |
| 6.5.1. Controlli prestazionali.....                                     | 61        |
| 6.5.1.1. Prove di carico .....  | 61        |
| 6.5.1.2. Prove di permeabilità .....                                    | 61        |
| 6.5.2. Controlli delle caratteristiche degli elementi consolidati ..... | 61        |
| 6.5.2.1. Prove in sito .....  | 62        |
| 6.5.2.1.1. Osservazione diretta degli elementi consolidati .....        | 62        |
| 6.5.2.1.2. Sondaggi a carotaggio continuo .....                         | 62        |

---

|   |           |
|---|-----------|
| 6.5.2.1.3. Perforazioni strumentate .....                             | 62        |
| 6.5.2.1.4. Carotaggio sonico.....                                     | 63        |
| 6.5.2.1.5. Cross-hole .....   | 63        |
| 6.5.2.1.6. Tomografia sonica.....                                     | 63        |
| 6.5.2.1.7. Altre indagini in sito.....                                | 63        |
| 6.5.2.2. Prove in laboratorio.....                                    | 64        |
| 6.5.2.2.1. Prove di compressione semplice .....                       | 64        |
| 6.5.2.2.2. Prove di compressione triassiale e di taglio diretto ..... | 64        |
| <b>6.6. Controlli sui manufatti circostanti.....</b>                  | <b>64</b> |
| <br>  |           |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>   | <b>67</b> |
| <b>ELENCO DEI SIMBOLI.....</b>  | <b>71</b> |