

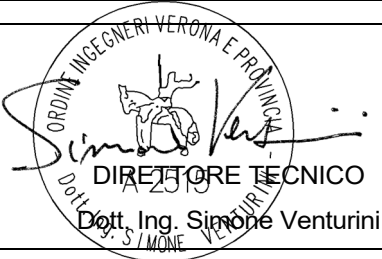


**PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO DI 360MW CON SISTEMA DI ACCUMULO DI CAPACITA' PARI A 82,5MWH E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI NELLE FRAZIONI DI "PALMADULA, LA CORTE, CANAGLIA, LI PIANI, SAN GIORGIO, SCALA ERRE"**

# PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE: **PALMADULA SOLAR S.R.L.** 

PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI**

ELABORATO n°:  
BI028F-D-PAL-RT-22-r00

NOME FILE:

SCALA: ----

DATA: AGOSTO 2023

| REVISIONE | N. | DATA        | DESCRIZIONE     | ELABORATO | CONTROLLATO | APPROVATO    |
|-----------|----|-------------|-----------------|-----------|-------------|--------------|
|           | 00 | Agosto 2023 | Prima Emissione | M. Sandri | M. Sandri   | S. Venturini |
|           | 01 |             |                 |           |             |              |
|           | 02 |             |                 |           |             |              |
|           | 03 |             |                 |           |             |              |
|           | 04 |             |                 |           |             |              |

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|--------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 1 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |        |

## SOMMARIO

|          |                                                                              |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>                                                        | <b>8</b>  |
| 1.1      | Descrizione generale dell'impianto.....                                      | 10        |
| <b>2</b> | <b>CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....</b> | <b>12</b> |
| 2.1      | Moduli fotovoltaici .....                                                    | 12        |
| 2.2      | Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici .....                          | 14        |
| 2.3      | Cavi elettrici e vie cavi.....                                               | 16        |
| 2.3.1    | <i>Cavi per correnti continue.....</i>                                       | <i>16</i> |
| 2.3.2    | <i>Cavi per circuiti in BT alla tensione di 800V.....</i>                    | <i>17</i> |
| 2.3.3    | <i>Cavi per circuiti in BT alla tensione di 400V.....</i>                    | <i>17</i> |
| 2.3.4    | <i>Cavi per circuiti in MT .....</i>                                         | <i>18</i> |
| 2.3.5    | <i>Cavi per circuiti a correnti deboli.....</i>                              | <i>20</i> |
| 2.4      | Inverter .....                                                               | 21        |
| <b>3</b> | <b>STAZIONI DI ENERGIA.....</b>                                              | <b>24</b> |
| <b>4</b> | <b>CABINE DI TESTA.....</b>                                                  | <b>29</b> |
| 4.1      | Quadri MT.....                                                               | 30        |
| 4.2      | Trasformatore MT/BT circuiti ausiliari .....                                 | 34        |
| 4.3      | Quadri BT.....                                                               | 35        |
| 4.4      | Impianti di cabina .....                                                     | 36        |
| 4.5      | Rete di terra.....                                                           | 36        |
| <b>5</b> | <b>IMPIANTO DI ACCUMULO (BESS).....</b>                                      | <b>38</b> |
| 5.1      | Stazioni di conversione .....                                                | 38        |
| 5.2      | Unità batterie .....                                                         | 40        |
| <b>6</b> | <b>SISTEMI AUSILIARI .....</b>                                               | <b>43</b> |
| 6.1      | Sistema di video sorveglianza .....                                          | 43        |
| 6.2      | Sistema di illuminazione .....                                               | 45        |
| 6.3      | Sistema di supervisione e SCADA.....                                         | 47        |
| <b>7</b> | <b>SSE UTENTE 30/150/380 KV .....</b>                                        | <b>50</b> |
| 7.1      | Caratteristiche tecniche del cavo 380 kV .....                               | 50        |
| 7.2      | Caratteristiche tecniche del terminale del cavo 380 kV .....                 | 53        |
| 7.3      | Modalità di installazione/posa.....                                          | 53        |
| 7.4      | Buche giunti .....                                                           | 55        |
| 7.5      | Cavi ottici .....                                                            | 56        |
| 7.6      | Moduli macchina autotrasformatori 380/150 kV da 250 MVA .....                | 57        |
| 7.6.1    | <i>Autotrasformatore di potenza 250 MVA, 380/150 kV.....</i>                 | <i>57</i> |
| 7.7      | Trasformatori 150/30 kV da 100 MVA .....                                     | 58        |
| 7.7.1    | <i>Trasformatore di potenza 100 MVA, 150/30 kV .....</i>                     | <i>58</i> |

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|--------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 2 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |        |

|          |                                                                          |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.8      | Caratteristiche tecniche del cavo 150 kV .....                           | 59        |
| 7.9      | Opere Civili .....                                                       | 62        |
| 7.9.1    | <i>Vie di transito e piazzali</i> .....                                  | 62        |
| 7.9.2    | <i>Maglia di terra</i> .....                                             | 63        |
| 7.9.3    | <i>Cavidotti</i> .....                                                   | 63        |
| 7.9.4    | <i>Fondazioni</i> .....                                                  | 63        |
| 7.9.5    | <i>Carpenteria metallica</i> .....                                       | 64        |
| 7.9.6    | <i>Basamenti</i> .....                                                   | 64        |
| <b>8</b> | <b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI .....</b>                           | <b>65</b> |
| 8.1      | Cantieri, mezzi d'opera, depositi di materiali .....                     | 65        |
| 8.1.1    | <i>Norme generali di esecuzione</i> .....                                | 65        |
| 8.1.2    | <i>Cantiere</i> .....                                                    | 65        |
| 8.1.3    | <i>Vie d'accesso</i> .....                                               | 65        |
| 8.1.4    | <i>Ponteggi e opere provvisorie</i> .....                                | 66        |
| 8.1.5    | <i>Macchinari e mezzi d'opera</i> .....                                  | 66        |
| 8.1.6    | <i>Custodia</i> .....                                                    | 66        |
| 8.1.7    | <i>Sgombero</i> .....                                                    | 66        |
| 8.2      | Tracciamenti .....                                                       | 66        |
| 8.3      | Scavi e sbancamenti.....                                                 | 67        |
| 8.3.1    | <i>Norme generali di esecuzione</i> .....                                | 67        |
| 8.3.2    | <i>Tipologie di scavo</i> .....                                          | 68        |
| 8.3.2.1  | Scavo di sbancamento .....                                               | 68        |
| 8.3.2.2  | Scavo a sezione obbligata .....                                          | 68        |
| 8.3.2.3  | Trivellazione Orizzontale Guidata (Horizontal Directional Drilling)..... | 68        |
| 8.3.3    | <i>Presenza di trovanti</i> .....                                        | 69        |
| 8.3.4    | <i>Presenza d'acqua</i> .....                                            | 69        |
| 8.4      | Calcestruzzi .....                                                       | 70        |
| 8.4.1    | <i>Norme generali di esecuzione</i> .....                                | 70        |
| 8.4.2    | <i>Componenti normali dei calcestruzzi</i> .....                         | 70        |
| 8.4.3    | <i>Additivi e componenti particolari dei calcestruzzi</i> .....          | 71        |
| 8.4.4    | <i>Approvvigionamento e trasporto dei calcestruzzi</i> .....             | 71        |
| 8.4.5    | <i>Getti</i> .....                                                       | 72        |
| 8.4.5.1  | Programma dei getti .....                                                | 72        |
| 8.4.5.2  | Modalità di esecuzione .....                                             | 73        |
| 8.4.5.3  | Getti in climi freddi.....                                               | 75        |
| 8.4.5.4  | Getti in climi caldi.....                                                | 77        |
| 8.4.5.5  | Interruzioni del getto .....                                             | 78        |
| 8.4.5.6  | Compattazione .....                                                      | 79        |

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|--------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 3 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |        |

|          |                                                                   |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 8.4.5.7  | Stagionatura.....                                                 | 79 |
| 8.5      | Casseforme .....                                                  | 81 |
| 8.6      | Armature per calcestruzzi .....                                   | 81 |
| 8.7      | Strutture in acciaio.....                                         | 82 |
| 8.7.1    | Generalità .....                                                  | 82 |
| 8.7.2    | Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione .....               | 82 |
| 8.7.2.1  | Spessori limite .....                                             | 82 |
| 8.7.2.2  | Acciaio incrudito.....                                            | 82 |
| 8.7.2.3  | Giunti di tipo misto.....                                         | 83 |
| 8.7.2.4  | Problematiche specifiche .....                                    | 83 |
| 8.7.2.5  | Apparecchi di appoggio.....                                       | 83 |
| 8.7.2.6  | Verniciatura e zincatura .....                                    | 83 |
| 8.7.2.7  | Controlli in Corso di Lavorazione.....                            | 84 |
| 8.7.2.8  | Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati ..... | 84 |
| 8.7.2.9  | Montaggio .....                                                   | 85 |
| 8.7.2.10 | Prove di Carico e Collaudo Statico.....                           | 86 |
| 8.7.3    | Acciaio per calcestruzzo armato .....                             | 86 |
| 8.7.3.1  | Caratteristiche dimensionali e di impiego .....                   | 86 |
| 8.7.3.2  | Reti e tralicci elettrosaldati .....                              | 87 |
| 8.7.3.3  | Controlli di accettazione in cantiere .....                       | 87 |
| 8.8      | Fondazioni .....                                                  | 88 |
| 8.9      | Solai .....                                                       | 89 |
| 8.10     | Impermeabilizzazioni .....                                        | 89 |
| 8.11     | Murature .....                                                    | 90 |
| 8.12     | Intonaci.....                                                     | 91 |
| 8.12.1   | Premessa.....                                                     | 91 |
| 8.12.2   | I componenti dell'intonaco.....                                   | 91 |
| 8.12.3   | Normativa di riferimento .....                                    | 92 |
| 8.12.3.1 | Classificazione e tipologie di intonaco.....                      | 92 |
| 8.12.3.2 | Intonaco civile .....                                             | 93 |
| 8.12.3.3 | Intonaco rustico .....                                            | 93 |
| 8.12.3.4 | Intonaco grezzo .....                                             | 93 |
| 8.12.3.5 | Intonaci additivati .....                                         | 94 |
| 8.12.4   | Modalità di esecuzione .....                                      | 94 |
| 8.12.4.1 | Condizioni ambientali.....                                        | 94 |
| 8.12.4.2 | Ponteggi .....                                                    | 94 |
| 8.12.4.3 | Preparazione del supporto .....                                   | 95 |
| 8.12.4.4 | Esecuzione degli spigoli vivi.....                                | 95 |

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|--------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 4 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |        |

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.12.4.5 Rinforzo dei punti deboli .....                                                 | 96  |
| 8.12.4.6 Esecuzione dell'attacco a terra.....                                            | 96  |
| 8.12.4.7 Giunti di dilatazione .....                                                     | 96  |
| 8.12.4.8 Giunti di frazionamento .....                                                   | 96  |
| 8.12.4.9 Protezione dell'intonaco fresco.....                                            | 97  |
| 8.12.4.10 Trattamento cromatico dell'intonaco.....                                       | 97  |
| 8.12.4.11 Accessori per la corretta posa in opera .....                                  | 98  |
| 8.12.4.12 Applicazione meccanica dell'intonaco .....                                     | 98  |
| 8.12.5 Controllo del risultato finale.....                                               | 99  |
| 8.13 Vespai .....                                                                        | 99  |
| 8.14 Sottofondi.....                                                                     | 99  |
| 8.15 Impianti e ausiliari .....                                                          | 100 |
| 8.15.1 Rete e impianto di messa a terra .....                                            | 100 |
| 8.15.2 Rete orizzontale di terra ("maglia di terra").....                                | 101 |
| 8.15.3 Collegamenti di messa a terra ("derivazioni").....                                | 101 |
| 8.15.4 Impianto di terra Impianto fotovoltaico.....                                      | 101 |
| 8.15.5 Canalizzazioni di servizio per cavi elettrici.....                                | 102 |
| 8.15.6 Impianti elettrici civili.....                                                    | 102 |
| 8.15.7 Impianto di illuminazione esterna.....                                            | 102 |
| 8.15.8 Impianti speciali.....                                                            | 103 |
| 8.15.8.1 Impianti termici, climatici, di areazione, di ventilazione .....                | 104 |
| 8.15.8.2 Impianti telefonici, citofonici, videocitofonici, antintrusione e allarme ..... | 104 |
| 8.15.8.3 Impianti di segnalazione e spegnimento incendi, segnaletica di sicurezza....    | 104 |
| 8.16 Strade marciapiedi e piazzali .....                                                 | 105 |
| 8.17 Pavimentazioni in asfalto.....                                                      | 105 |
| 8.17.1 Pavimentazioni in altri materiali.....                                            | 106 |
| 8.18 Preparazione agraria del terreno .....                                              | 106 |
| 8.18.1 Prescrizioni Generali.....                                                        | 106 |
| 8.18.2 Lavorazione del Suolo .....                                                       | 108 |
| 8.18.3 Preparazione delle Buche, Fossi e Aiuole.....                                     | 109 |
| 8.18.4 Apporto di Terra Vegetale.....                                                    | 110 |
| 8.19 Messa a dimora delle piante.....                                                    | 110 |
| 8.19.1 Messa a Dimora delle Piante .....                                                 | 110 |
| 8.19.2 Alberi ed Arbusti Sempreverdi.....                                                | 112 |
| 8.20 Protezione delle piante messe a dimora.....                                         | 112 |
| 8.21 Ancoraggi, legature e pali di sostegno .....                                        | 113 |
| 8.22 Trapianti .....                                                                     | 114 |
| 8.23 Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli .....                        | 115 |

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|--------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 5 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |        |

|           |                                                  |            |
|-----------|--------------------------------------------------|------------|
| <b>9</b>  | <b>MATERIALI .....</b>                           | <b>116</b> |
| 9.1       | Calcestruzzi .....                               | 116        |
| 9.1.1.1   | Prove di accettazione .....                      | 117        |
| 9.1.1.2   | Aggregati .....                                  | 117        |
| 9.1.1.3   | Sabbia.....                                      | 119        |
| 9.1.1.4   | Altre componenti Ceneri volanti .....            | 120        |
| 9.1.1.5   | Silice attiva .....                              | 121        |
| 9.1.1.6   | Additivi .....                                   | 122        |
| 9.1.1.7   | Acqua .....                                      | 123        |
| 9.1.1.8   | Classi di resistenza.....                        | 123        |
| 9.1.1.9   | Qualità.....                                     | 124        |
| 9.1.1.10  | Valutazione preliminare .....                    | 125        |
| 9.1.1.11  | Controllo .....                                  | 125        |
| 9.2       | Casseforme .....                                 | 126        |
| 9.3       | Acciaio per cemento armato.....                  | 128        |
| 9.3.1.1   | Marcatura .....                                  | 128        |
| 9.3.1.2   | Qualificazione.....                              | 130        |
| 9.3.1.3   | Centro di trasformazione .....                   | 131        |
| 9.3.1.4   | Caratteristiche.....                             | 132        |
| 9.3.1.5   | Prove .....                                      | 133        |
| 9.3.1.6   | Produzione .....                                 | 134        |
| 9.3.1.7   | Reti e tralicci elettrosaldati .....             | 135        |
| 9.3.1.8   | Qualificazione.....                              | 137        |
| 9.3.1.9   | Accettazione.....                                | 139        |
| 9.4       | Materiale agrario e vegetale.....                | 141        |
| 9.4.1     | <i>Preparazione Agraria del Terreno .....</i>    | <i>144</i> |
| 9.4.2     | <i>Substrato di Coltivazione .....</i>           | <i>144</i> |
| 9.4.3     | <i>Concimi Minerali ed Organici .....</i>        | <i>145</i> |
| 9.4.4     | <i>Pacciamatura.....</i>                         | <i>146</i> |
| 9.4.5     | <i>Ancoraggi.....</i>                            | <i>146</i> |
| 9.4.6     | <i>Acqua di Irrigazione .....</i>                | <i>147</i> |
| 9.4.7     | <i>Trasporto del Materiale Vegetale .....</i>    | <i>147</i> |
| 9.4.8     | <i>Piante.....</i>                               | <i>148</i> |
| 9.4.9     | <i>Alberi.....</i>                               | <i>149</i> |
| 9.4.10    | <i>Arbusti e Cespugli .....</i>                  | <i>150</i> |
| <b>10</b> | <b>ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE .....</b> | <b>152</b> |
| 10.1      | Controlli in corso d'opera .....                 | 152        |
| 10.1.1    | <i>Norme generali di esecuzione .....</i>        | <i>152</i> |

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|--------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 6 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |        |

|          |                                                                                 |     |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.1.2   | <i>Norme generali di valutazione</i>                                            | 152 |
| 10.2     | Controlli finali                                                                | 152 |
| 10.2.1   | <i>Norme generali di esecuzione</i>                                             | 152 |
| 10.2.2   | <i>Norme generali di valutazione</i>                                            | 153 |
| 10.3     | Consegna delle opere                                                            | 153 |
| 10.3.1   | <i>Generalità</i>                                                               | 153 |
| 10.3.2   | <i>Verifiche da parte dell'Appaltatore</i>                                      | 153 |
| 10.3.2.1 | Sezione BT e Servizi Ausiliari:                                                 | 154 |
| 10.3.2.2 | Impianti elettrici civili:                                                      | 154 |
| 10.3.2.3 | Sezione MT:                                                                     | 154 |
| 10.4     | Collaudi                                                                        | 154 |
| 10.4.1   | <i>Generalità</i>                                                               | 154 |
| 10.4.2   | <i>Collaudi in corso d'opera delle opere civili</i>                             | 155 |
| 10.4.3   | <i>Collaudi in corso d'opera degli impianti a servizio delle opere civili</i>   | 155 |
| 10.4.4   | <i>Prove in corso d'opera su impianti elettrici MT, BT e impianti ausiliari</i> | 155 |
| 10.4.5   | <i>Collaudi finali</i>                                                          | 155 |
| 10.4.6   | <i>Norme generali di valutazione</i>                                            | 155 |
| 10.4.7   | <i>Pulizia finale</i>                                                           | 156 |
| 10.4.8   | <i>Norme generali di valutazione</i>                                            | 156 |

## INDICE DELLE FIGURE

|              |                                                               |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1   | Planimetria generale di progetto                              | 9  |
| Figura 2.1:  | esempi di pannello fotovoltaico                               | 12 |
| Figura 2.2:  | esempi di inseguitori monoassiali                             | 14 |
| Figura 2.3:  | esempi di inseguitori monoassiali con moduli bifacciali       | 15 |
| Figura 2.4:  | Prospetto e pianta dei Trackers a 3 supporti                  | 16 |
| Figura 2.5:  | Cavo per circuiti in c.c.                                     | 17 |
| Figura 2.6:  | Cavo in Al per circuiti a 800Vca                              | 17 |
| Figura 2.7:  | Cavo in Cu per circuiti a 400Vca                              | 18 |
| Figura 2.8:  | Cavo per circuiti MT                                          | 19 |
| Figura 2.9:  | Dimensioni dell'inverter e staffa di fissaggio                | 22 |
| Figura 2.10: | Cablaggi inverter                                             | 22 |
| Figura 3.1:  | Stazione di energia                                           | 24 |
| Figura 3.2:  | disposizione componenti all'interno della stazione di energia | 26 |
| Figura 5.1:  | Schema di principio unità di conversione cc/ca                | 39 |
| Figura 5.2:  | schema del convertitore c.c./c.c.                             | 41 |

|                                                                                                     |        |                   |                                                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|----------------------------------------------------|--------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                         | Pag. 7 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI<br>ELEMENTI TECNICI |        |

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 6.1: Schema unifilare tipo per Impianto di Video sorveglianza ed Antintrusione ..... | 45 |
| Figura 7.1 sezione tipica di cavo estruso 380 kV .....                                      | 51 |
| Figura 7.2 data sheet di cavo estruso 380 kV (fonte: Nexans).....                           | 52 |
| Figura 7.3 Esempio di posa del cavo 380 kV in terreno agricolo .....                        | 54 |
| Figura 7.4 Esempio di posa del cavo 380 kV in sede stradale.....                            | 54 |
| Figura 7.5 Esempio di buca giunti per cavo 380 kV .....                                     | 55 |
| Figura 7.6 sezione tipica di cavo estruso 150 kV .....                                      | 60 |
| Figura 7.7 data sheet di cavo estruso 150 kV (fonte: Nexans).....                           | 61 |

## INDICE DELLE TABELLE

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Tabella 2.1: Caratteristiche del modulo fotovoltaico .....      | 13 |
| Tabella 2.2: Sezioni cavi MT da SSTS .....                      | 19 |
| Tabella 2.3: sezioni cavi MT da SSTN.....                       | 19 |
| Tabella 2.4: sezioni cavi MT per distribuzione secondaria ..... | 20 |
| Tabella 2.5: Caratteristiche inverter.....                      | 23 |
| Tabella 3.1: Numero cabine di campo (stazioni di energia).....  | 25 |
| Tabella 3.2: Caratteristiche delle stazioni di energia .....    | 27 |
| Tabella 5.1: Caratteristiche generali BESS .....                | 38 |
| Tabella 6.1: Numero di telecamere.....                          | 44 |
| Tabella 6.2: Numero di pali luce.....                           | 46 |

|                                                                                   |        |                   |                                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|--------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 8 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |        |

## 1 PREMESSA

Il progetto in esame è relativo alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrivoltaico, ovvero un sistema innovativo in cui si implementano la produzione di energia mediante fonti rinnovabili (solare) e la produzione agricola per la generazione di energia elettrica, comprensivo delle opere di connessione, nel territorio comunale di Sassari (SS) in Sardegna, denominato Palmadula, in quanto il blocco principale si concentra nella frazione di “Palmadula” per una potenza nominale installata pari a circa 358 MWp DC ed una potenza in immissione pari a circa 337 MW AC, con rapporto DC/AC di circa 1,06.

L’energia elettrica sarà prodotta da moduli fotovoltaici bifacciali montati su strutture ad inseguimento mono assiale in acciaio. L’impianto sarà anche corredato da un sistema di accumulo elettrochimico con una capacità di circa 82,5 MWh. Tutta l’energia elettrica prodotta, al netto dei consumi dei servizi ausiliari, verrà ceduta alla rete.

La stessa energia sarà raccolta all’interno dell’area d’impianto attraverso una rete diffusa di cavi interrati in media tensione da 30kV, per poi arrivare nelle sottostazioni elettriche utente sempre all’interno dell’area di impianto da 30/150 kV. Infine, dall’ultima stazione elettrica 150/380 kV partirà un cavidotto interrato di nuova realizzazione su strada esistente per trasportare l’energia elettrica prodotta in alta tensione a 380 kV, fino alla Cabina Primaria della sottostazione futura di Olmedo a circa 17 km di distanza dall’ultima sottostazione lato utente.

La progettazione dell’opera è stata sviluppata tenendo in considerazione una serie di criteri sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell’ambito territoriale considerato nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell’ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

L’energia elettrica prodotta dall’impianto concorrerà al raggiungimento dell’obiettivo di incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, coerentemente con gli accordi siglati a livello comunitario dall’Italia.

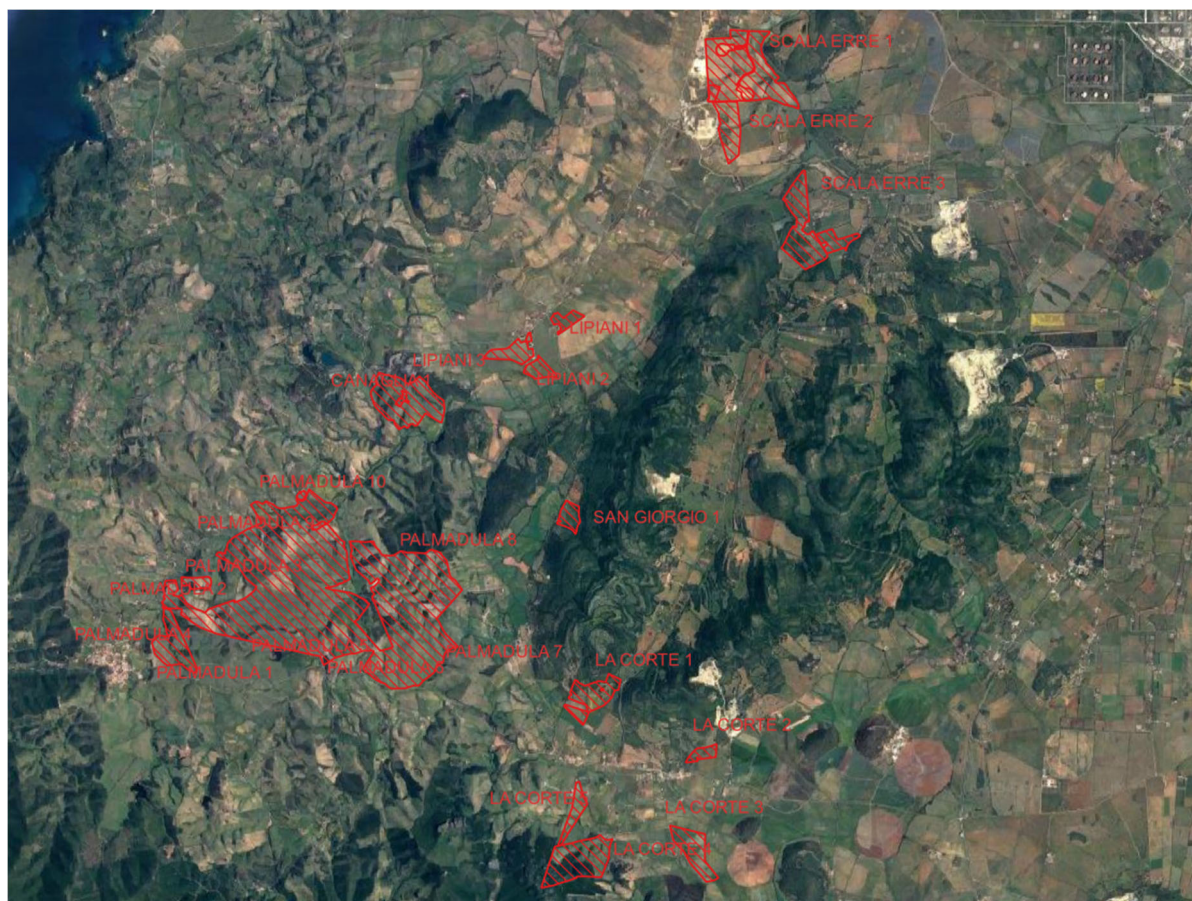
L’impianto è stato studiato e progettato comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- minimizzare l’interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- evitare, per quanto possibile, l’interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- minimizzare l'interessamento di aree soggette a dissesto geomorfologico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l’affidabilità della fornitura di energia;
- permettere il regolare esercizio e la manutenzione dell’impianto.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|--------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 9 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |        |

L'obiettivo del progetto è quello di creare un sistema in cui l'attività agricola non solo si integra nel sistema di produzione di energia elettrica, ma che l'impianto nel suo insieme si integri perfettamente con l'ambiente dal punto di vista paesaggistico. Il fine è pertanto quello di creare un contesto armonioso con la natura e l'ambiente ospitante.

Ciò consente di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili. Anche il piano culturale è stato appositamente studiato considerando non solo la situazione preesistente e le annesse culture, ma anche integrando soluzioni agricole e di allevamento ad hoc che si inseriscono perfettamente nel contesto rurale, apportando valore aggiunto e migliore destinazione di uso delle aree. In questo contesto lo studio degli spazi di manovra per le macchine agricole è stato realizzato considerando le esigenze tipiche del mondo agricolo e nel rispetto della morfologia del territorio, oltre che alle esigenze legate alle manutenzioni e gestioni dell'impianto fotovoltaico.



**Figura 1.1 Planimetria generale di progetto**

Il proponente PALMADULA SOLAR s.r.l. è una società di scopo interamente controllata dalla AGE s.r.l., società con uno storico importante nella progettazione e realizzazione di impianti fotovoltaici a livello mondiale.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 10 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

Le attività di progettazione definitiva sono state sviluppate dalla società di ingegneria Technital S.p.A. per conto della società Palmadula Solar srl.

Technital S.p.A. è una società che fornisce servizi globali di progettazione, consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali, gestionali e legali.

Sia TECHNITAL che il proponente PALMADULA SOLAR s.r.l. pongono a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e ISO 18001 nelle loro ultime edizioni. Difatti, le Aziende citate, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, posseggono un proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità-Sicurezza-Ambiente.

### 1.1 Descrizione generale dell'impianto

Ai sensi dell'art. 12 comma 1 del D.Lgs. n. 387/2003 l'opera in progetto è considerata di pubblica utilità ed indifferibile ed urgente. Ai sensi del comma 3 del medesimo articolo, la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili è soggetta ad autorizzazione unica rilasciata dalla Regione o dalle Provincie delegate dalla Regione.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo e mondiale; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

Le opere in oggetto si possono riassumere nel seguente elenco:

1. Tutto quanto necessario per la realizzazione della nuova sottostazione AAT/AT e AT/MT denominata sottostazione sud e della sottostazione AT/MT denominata sottostazione nord, compresa la linea in cavo interrato alla tensione di 380kV per connessione con stazione Terna di Olmedo
2. Moduli fotovoltaici in silicio cristallino, bifacciali, di potenza 685Wp, installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori), con relativi motori elettrici per la movimentazione.

|  |        |                   |                                                 |         |
|--|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 11 |
|  |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

3. Inseguitori monoassiali (tracker) completi di sistema di movimentazione con motore in c.c. e sistema di gestione. Le strutture saranno ancorate al suolo tramite infissione dei montanti in acciaio, evitando qualsiasi struttura in calcestruzzo, riducendo sia i movimenti di terra (scavi e rinterri) che le opere di ripristino conseguenti. È previsto in particolare che siano installati 18685 inseguitori che sostengono 28 moduli ciascuno
4. Inverter di stringa trifase di potenza ciascuno 330kW in c.a. a 30°C;
5. Cabine MT/BT di campo complete di quadri elettrici di BT e di MT, trasformatore MT/BT, connessioni;
6. Quadri elettrici MT per le cabine di testa;
7. Trasformatore ausiliari di potenza 160kVA 30/0.4kV e del relativo quadro di distribuzione BT per ciascuna cabina di testa;
8. Tutte le connessioni in cavo lato c.c. H1Z2Z2-K posato in aria sulla struttura dei tracker oppure interrato;
9. Tutte le connessioni in cavo lato BT realizzato con cavi ARG16R16 0.6/1kV posato in tubazione interrata;
10. Tutte le linee MT di distribuzione primaria (da SST a cabine di testa) realizzate con cavo interrato direttamente;
11. Tutte le linee MT di distribuzione secondaria (da cabine di testa a cabine di campo) realizzate con cavo interrato direttamente;
12. Impianto di terra, sistema di supervisione e SCADA oltre che impianto elettrico di servizio (illuminazione e FM cabine ed illuminazione esterna) e impianto di videosorveglianza

L'energia elettrica prodotta in c.c. dai generatori fotovoltaici viene dapprima raccolta dagli inverter posizionati in prossimità dei tracker. Successivamente l'energia viene convogliata all'interno dei container contenenti i gruppi di conversione/trasformazione dove avviene l'innalzamento di tensione a 30kV e da qui trasportata verso la più vicina cabina di campo.

Dalle cabine di campo, l'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico e/o rilasciata dal sistema di accumulo, verrà trasportata verso le due Sottostazioni Elettriche lato utente (nord e sud) da 30/150kV per il tramite di cavi a 30kV. Dalla SSE Nord partirà una terna di cavi AT a 150kV verso la SSE sud dove la corrente viene innalzata a 380kV per il tramite di due autotrasformatori 380/150 kV da 250MVA ciascuno. Dalla SSE sud partirà una terna di cavi AAT a 380 kV verso la SE lato TERNA "Olmedo" alla quale sarà collegata secondo quanto previsto nella soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) rilasciata da Terna. Tutte le componenti di impianto sono progettate per un periodo di vita utile di almeno 30anni, durante i quali alcune parti o componenti potranno essere sostituite. A fine vita utile, si prevede lo smantellamento dell'impianto ed il ripristino delle condizioni preesistenti in tutta l'area.

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 12 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## 2 CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – IMPIANTO FOTOVOLTAICO

### 2.1 Moduli fotovoltaici

Il modulo fotovoltaico scelto per l'intervento è marca Trina Solar, Modello TSM-NEG21C.20 di potenza 685 Wp bifacciale. Il modulo è composto da 132 celle (matrice 6x22) di silicio monocristallino realizzato con tecnologia PERC per assicurare un'elevata produzione alle installazioni fotovoltaiche.

La potenza nominale del modulo fotovoltaico è definita alle condizioni STC (Standar Test Conditions) vale a dire: temperatura ambiente di 25°C, irraggiamento pari a 1000W/m<sup>2</sup> sul piano dei moduli e massa d'aria AM 1,5G secondo la definizione IEC 60904-3.

La tecnologia PERC (alla lettera Passivated Emitter and Rear Cell/Contact) consiste nell'utilizzo di silicio monocristallino le cui celle hanno lo strato posteriore passivato. In questo modo viene aumentata la riflessione della luce all'interno della giunzione a semiconduttore con la possibilità di aumento della ricombinazione dei fotoni. La tecnologia PERC ha consentito di aumentare di circa l'1% l'efficienza della cella fotovoltaica rispetto ad una cella monocristallina tradizionale.

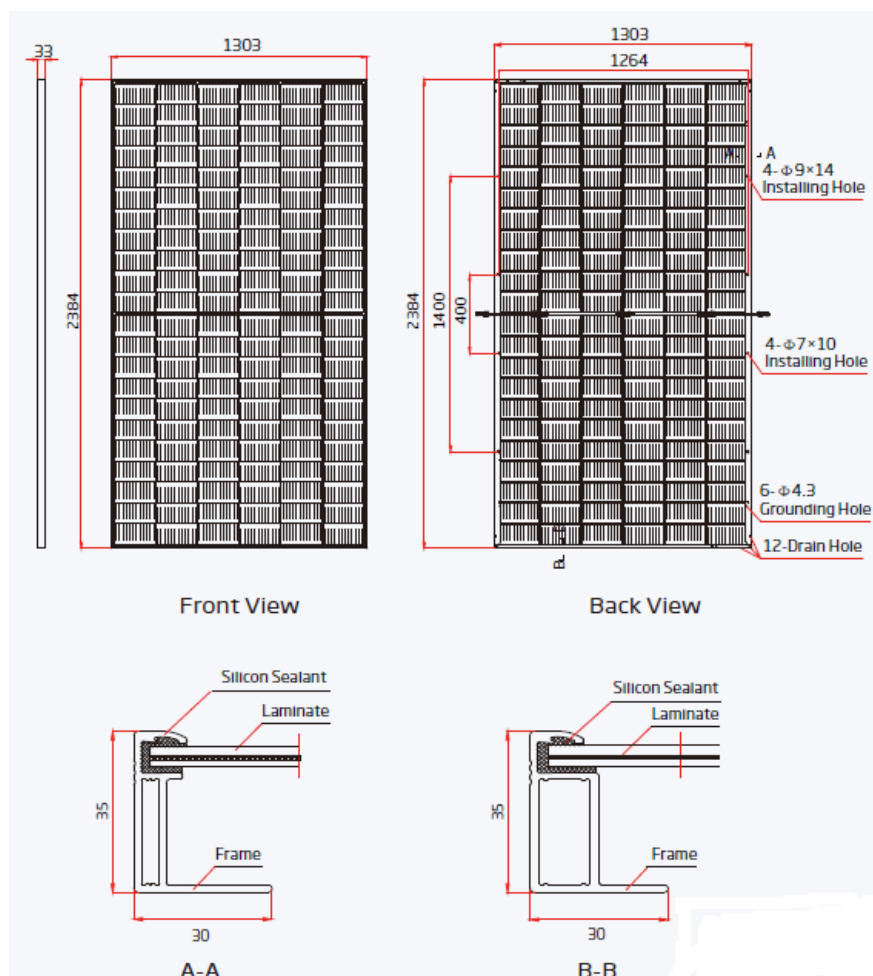


Figura 2.1: esempi di pannello fotovoltaico

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 13 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

Le caratteristiche del modulo sono riportate nella sottostante tabella:

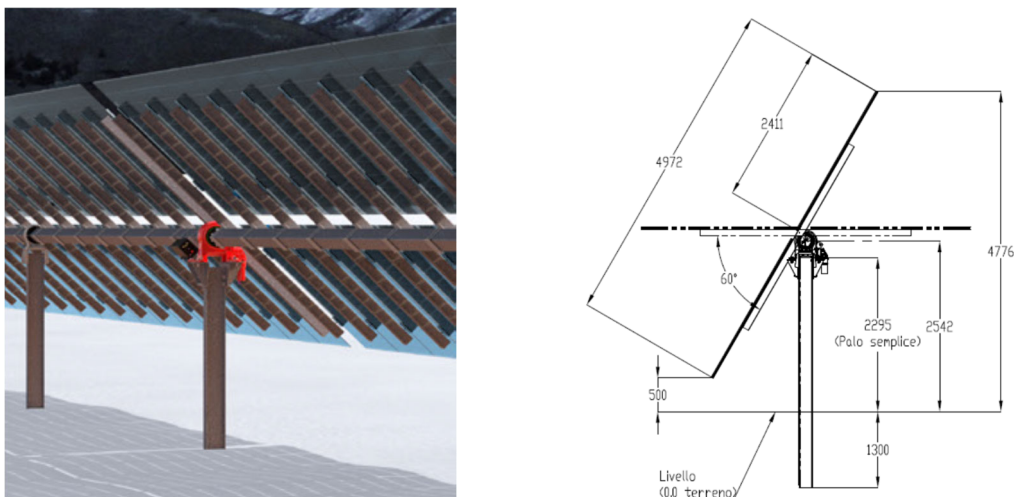
| Tipologia di cella                 | Monocristallina-Tecnologia PERC |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Numero di Celle                    | 132                             |
| Potenza massima [Wp]               | 685                             |
| Tolleranza sulla potenza           | 0~+5W                           |
| Tensione a circuito aperto [Voc]   | 47,7                            |
| Corrente di Corto Circuito Isc [A] | 18,21                           |
| Efficienza del modulo [%]          | 22,1                            |
| VMPPT [V]                          | 39,8                            |
| IMPPT [A]                          | 17,19                           |
| Tensione massima di sistema [Vdc]  | 1500                            |
| NOCT [°C]                          | 43°C ±2°C                       |
| Dimensioni del modulo [mm]         | 2384x1303x35                    |
| Peso [kg]                          | 31.1                            |
| Produttore                         | TRINA SOLAR                     |

**Tabella 2.1: Caratteristiche del modulo fotovoltaico**

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 14 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

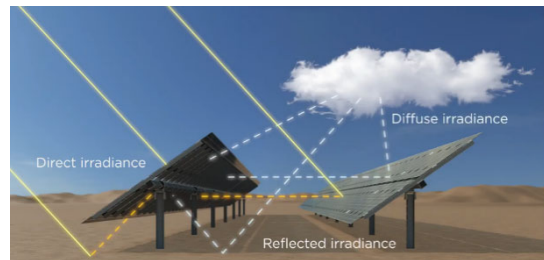
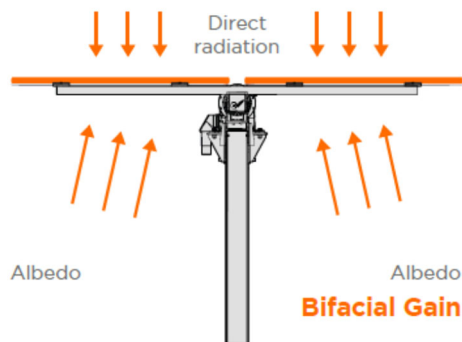
## 2.2 Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici saranno installati su inseguitori solari. L'intera struttura consentirà l'installazione di 523'180 moduli fotovoltaici distribuiti su 18'685 inseguitori (tracker), che costituiranno l'intero impianto agrivoltaico. Gli inseguitori solari sono formati da un gruppo di travi orientate in direzione NORD – SUD, che ruotano sul proprio asse, in modo tale da ruotare i moduli fotovoltaici da EST a OVEST. Per evitare ombre tra le file consecutive dei moduli fotovoltaici, l'inseguitore ha un sistema di controllo backtracking, che bypassa le perdite dovute agli ombreggiamenti tra le varie file. Inoltre, viene garantita una minima distanza di sicurezza tra le file in relazione all'effettiva pendenza del terreno. Le strutture selezionate, tipo Monoline+ della PWH, sono costituite da una struttura per il fissaggio dei moduli sulla quale sono posizionati i moduli fotovoltaici connessa ad un albero rotante orientato in direzione Nord– Sud. L'albero ruota seguendo il percorso



**Figura 2.2: esempi di inseguitori monoassiali**

solare nel cielo. Per quanto riguarda il processo di installazione delle strutture di supporto, sarà prevista una profondità di infissione dei montanti di circa 3 m. L'infissione sarà effettuata con mezzi meccanici idonei a tale scopo e non sarà previsto l'utilizzo di plinti e/o fondazioni in cemento. Una volta che l'infissione sarà completata, tutti i pilastri che costituiscono parte della struttura portante saranno pronti e predisposti per il montaggio dei moduli fotovoltaici. Il sistema di controllo dell'inseguitore è programmato con un algoritmo astronomico del percorso solare. Tale sistema, come indicato precedentemente, include un algoritmo di backtracking per ridurre l'ombreggiamento tra file adiacenti e migliorare la produzione, ed una funzione dedicata per proteggere l'inseguitore in caso di condizioni di vento estremo.



**Figura 2.3: esempi di inseguitori monoassiali con moduli bifacciali**

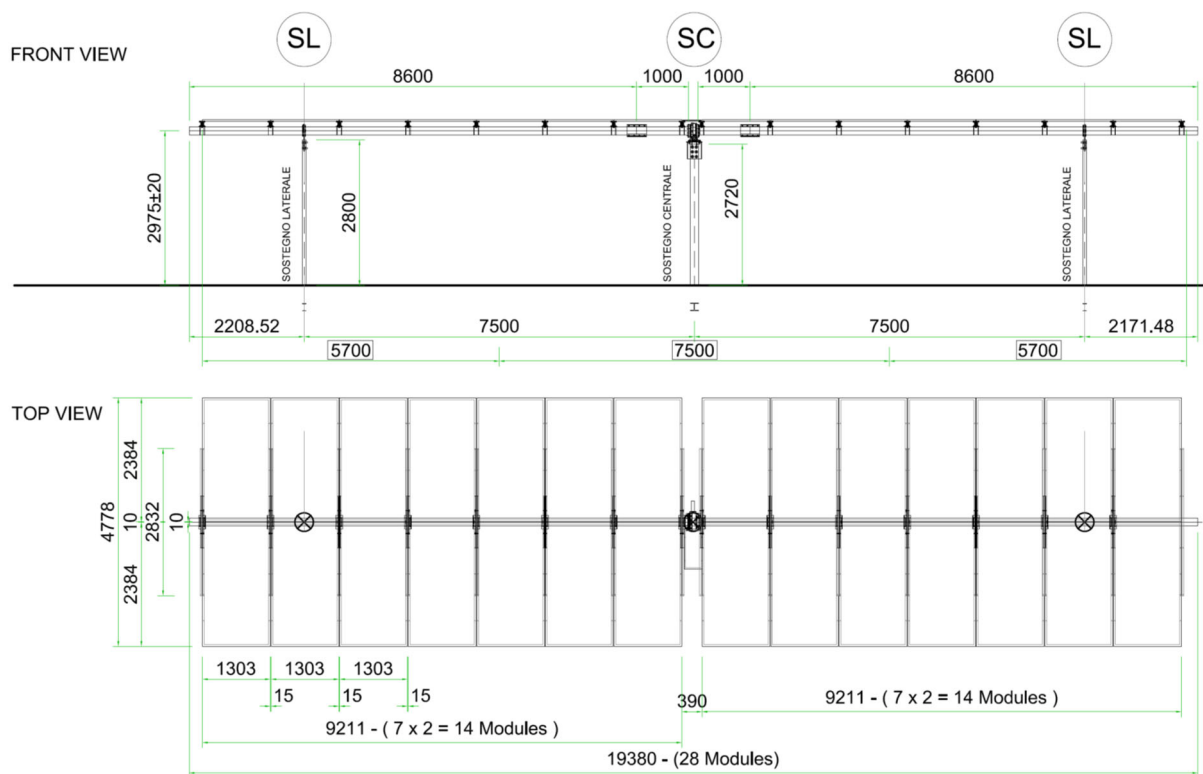
Il sistema Monoline+ della PWH è un inseguitore solare con un intervallo di rotazione +/- 60°, particolarmente indicato su terreni con pendenze significative o forti irregolarità, consentendo un pieno utilizzo della superficie disponibile. Consente l'impiego di moduli bifacciali che determinano, sfruttando l'Albedo del luogo, di aumentare la produttività complessiva. Sono minimizzati i pilastri (3 pilastri per ogni 28 moduli) rispetto ai sistemi tradizionali.

Con l'inseguitore SF7 Bifacial, è possibile ottimizzare la pulizia dei moduli fissando ciascuna fila nella posizione desiderata, ottenendo così la pulizia simultanea di moduli appartenenti ad inseguitori differenti. Inoltre, gli spazi tra gli inseguitori sono percorribili dai veicoli. Questa tipologia di tracker si adatta perfettamente ai tracciati irregolari, consentendo un pieno utilizzo della superficie disponibile.

La seguente tabella mostra la configurazione utilizzata per l'impianto agrivoltaico

| TIPOLOGIA           | SF7 Bifacial                                  |
|---------------------|-----------------------------------------------|
| Azimuth (°)         | 0°                                            |
| Angolo di Rotazione | ±60°                                          |
| Interdistanza (m)   | 10                                            |
| Installazione       | Da esterno                                    |
| Materiali           | Acciaio zincato<br>e inossidabile             |
| Consumo di energia  | Motori autoa-<br>limentati                    |
| Comunicazione       | Wireless                                      |
| Trasmissione        | Attuatore ro-<br>tativo elettro-<br>meccanico |

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 16 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |



**Figura 2.4: Prospetto e pianta dei Trackers a 3 supporti**

## 2.3 Cavi elettrici e vie cavi

### 2.3.1 Cavi per correnti continue

I cavi di cui al presente paragrafo collegano la fine della stringa fotovoltaica (polo positivo e polo negativo) all'inverter. I cavi impiegati saranno realizzati con conduttore in corda flessibile di rame stagnato, classe 5, isolante in mescola LSOH di gomma reticolata conforme alla norma EN 50618, guaina esterna in Mescola LSOH di gomma reticolata speciale conforme a EN50618, tensione massima di esercizio fino a 1800Vcc, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura minima di esercizio -40°C, temperatura massima di corto circuito 250°C. Il cavo in questione (Figura 2.5) dovrà essere conforme al regolamento prodotti da costruzione CPR (UE) n. 305/11.

Tipo H1Z2Z2- K Prysmian o equivalente.

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 17 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |



**Figura 2.5: Cavo per circuiti in c.c.**

Tutti i cavi per il collegamento in corrente continua devono essere protetti nel caso in cui il loro percorso possa essere soggetto a danneggiamenti. A tal fine possono essere utilizzate tubazioni protettive in PVC o altra tipologia di condotto di tipo non metallico.

### 2.3.2 Cavi per circuiti in BT alla tensione di 800V

Per i collegamenti in corrente alternata tra inverter e quadri elettrici AC e tra quadri elettrici AC e trasformatore saranno utilizzati cavi con conduttori in alluminio idonei a trasporto di energia e alla posa in aria libera o direttamente interrati o interrati in tubo.

I cavi elettrici impiegati saranno di tipo unipolare, con conduttore in corda di alluminio, rigida compatta, classe 2, isolante in mescola di polietilene reticolato XLPE e guaina esterna in mescola termoplastica di poliolefina, tensione nominale di esercizio 0,6/1kV, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura massima di corto circuito 250°C, adatto per posa direttamente interrata o interrata in tubo (Figura 2.6). La sezione impiegata sarà di 300mm<sup>2</sup>. I cavi devono essere idonei all'interramento diretto senza utilizzo di ulteriori tubazioni di contenimento e senza preparazione specifica del terreno.

Tipo ARG16R16 Prysmian o equivalente.



**Figura 2.6: Cavo in Al per circuiti a 800Vca**

### 2.3.3 Cavi per circuiti in BT alla tensione di 400V

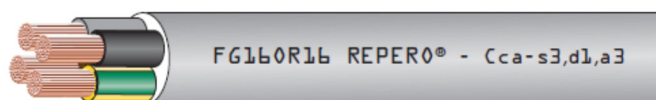
Verranno utilizzati per tutti i circuiti ausiliari e di servizio (illuminazione, ausiliari, circuiti prese, ecc.).

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 18 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

Saranno utilizzati cavi con conduttori in rame idonei a trasporto di energia e alla posa in aria libera in tubo o canalizzazione, direttamente interrati o interrati in tubo.

I cavi elettrici impiegati saranno di tipo unipolare o multipolare (questi ultimi per sezioni non superiori a 25mm<sup>2</sup>), con conduttore in corda di rame, flessibile, rosso ricotto, classe5, isolante in mescola di polietilene reticolato XLPE e guaina esterna in mescola termoplastica di poliolefina, tensione nominale di esercizio 0,6/1kV, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura massima di corto circuito 250°C, adatto per posa direttamente interrata o interrata in tubo (Figura 2.7). I cavi devono essere idonei all'interramento diretto senza utilizzo di ulteriori tubazioni di contenimento e senza preparazione specifica del terreno.

Tipo FG26(O)R16 Prysmian o equivalente.



**Figura 2.7: Cavo in Cu per circuiti a 400Vca**

#### **2.3.4 Cavi per circuiti in MT**

Per i collegamenti in Media Tensione a 30kV, a partire dal quadro MT di sottostazione sarà utilizzato cavo tripolare avvolto a elica visibile avente le seguenti caratteristiche:

Conduttore in alluminio a corda rotonda compatta, strato semiconduttore estruso, isolamento in polietilene reticolato DIX8, strato semiconduttivo esterno in mescola estrusa, rivestimento protettivo in nastro semiconduttore igroespandente, schermo in alluminio avvolto a cilindro longitudinale con resistenza max. 3Ω/km, guaina in polietilene colore rosso ();

Tensione nominale di esercizio U<sub>o</sub>/U 18/30 kV, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura minima di esercizio -15°C, temperatura massima di corto circuito 250°C. Posa interrata nelle condizioni di cui all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Tipo ARE4H5EX Prysmian o equivalente.



**Figura 2.8: Cavo per circuiti MT**

Le sezioni previste sono le seguenti:

| DENOMINAZIONE LINEA | SEZIONE/MATERIALE             |
|---------------------|-------------------------------|
| BESS                | 3(2x120mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 5A - C8   | 3(2x120mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 5B - C9   | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 5C - C10  | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| La Corte 3 - C27    | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| La Corte 1 - C25    | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| BESS                | 3(2x120mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 8A - C23  | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 8B - C24  | 3(1x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 7A - C21  | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 7B - C22  | 3(1x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 6A - C19  | 3(2x120mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 6B - C20  | 3(1x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 10 - C14  | 3(1x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| BESS                | 3(2x120mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 9A - C11  | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 9B - C12  | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 9C - C13  | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Canaglia 1 - C30    | 3(2x120mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Palmadula 4 - C15   | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |

**Tabella 2.2: Sezioni cavi MT da SST5**

| DENOMINAZIONE LINEA | SEZIONE/MATERIALE             |
|---------------------|-------------------------------|
| Scala Erre 1 - C1   | 3(2x300mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Scala Erre 2 - C2   | 3(1x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Scala Erre 3 - C3   | 3(2x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Li Piani 1 - C4     | 3(2x300mm <sup>2</sup> ) / Al |

**Tabella 2.3: sezioni cavi MT da SSTN**

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 20 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

| DENOMINAZIONE LINEA                                                    | SEZIONE/MATERIALE             |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Linee in entra/esci tra cabine di testa (quando previsto) <sup>1</sup> | 3(1x185mm <sup>2</sup> ) / Al |
| Alimentazione cabine di campo                                          | 3(1x120mm <sup>2</sup> ) / Al |

**Tabella 2.4: sezioni cavi MT per distribuzione secondaria**

### 2.3.5 Cavi per circuiti a correnti deboli

I cavi per circuiti a correnti deboli dovranno essere posati in tubi/canali separati dai cavi di energia e presenteranno le seguenti caratteristiche (a seconda dell'utilizzo):

#### Cavi per rete dati in rame

- Cavo 4x2x23AWG;
- Conduttore in rame rosso ricotto;
- Tipo UTP;
- Isolante in polietilene a bassa densità;
- Guaina LSZH di qualità M1;
- Con crocetta separatrice in polietilene;
- Classificazione CPR Cca-s1b-d1-a1
- Categoria 6.

#### Cavi per rete dati in fibra ottica

- Cavo in fibra ottica monomodale OS2, 9/125;
- Tipo loose;
- Adatto per posa in interno/esterno;
- Dotata di protezione antiroditore;
- Guaina tipo LS0H;
- Dotato di 12 coppie.

#### Cavi per interfaccia RS485

---

<sup>1</sup> Per i campi di piccola potenza, più cabine di testa sono collegate alla stessa linea uscente da SST

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 21 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- tipo multipolare, flessibile, in rame ricotto;
- cavo twistato e schermato;
- sezione 2x1.5mm<sup>2</sup>.

## 2.4 Inverter

La funzione dell'inverter è quella di adattare l'energia elettrica prodotta da corrente continua a corrente alternata, adeguando il livello di tensione che in questo caso è pari a 800V in uscita in corrente alternata. Oltre a generare una forma d'onda sinusoidale, l'inverter crea un sistema elettrico trifase equilibrato, adattando la potenza generata ai sistemi convenzionali di distribuzione della potenza elettrica. È stato previsto l'utilizzo di inverter di stringa per la loro efficienza e minor costo. Questo tipo di inverter è stato progettato per impianti con lunga vita utile prevista. Questa è una caratteristica chiave considerato che la riduzione dei costi di manutenzione in molti casi aumenta la fattibilità del progetto.

L'inverter scelto è il modello SUN2000-330KTL-H1 prodotto da HUAWEI. Questo fornitore è stato scelto per la sua adattabilità in termini di potenza e tecnologia ad una vasta gamma di progetti fotovoltaici.

Nella Tabella 2.5 sono riassunte le principali caratteristiche tecniche dell'inverter.

La logica di controllo opera automaticamente e gestisce l'avvio e lo stop dell'inverter. La macchina incorpora un avanzato sistema di inseguimento del punto di massima potenza per ogni ingresso MPPT (sono previsti 6 MPPT indipendenti), al fine di massimizzare l'energia ottenuta dai moduli fotovoltaici. Per minimizzare le perdite durante il processo di conversione viene utilizzata la tecnologia IGBT (insulated gate bipolar transistor). Gli inverter sono progettati secondo le norme Europee di riferimento e sono dotati di marchio CE.

Per quanto riguarda l'utilizzo per connessioni alla rete elettrica del distributore, gli inverter sono conformi alle prescrizioni della norma CEI 0-16:2022-03 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di Energia elettrica".

Gli inverter saranno posizionati sulle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici ed installati ad una distanza non inferiore a 1m rispetto al terreno. Per la loro installazione e collegamento sarà realizzato un idoneo supporto fissato alla struttura del tracker, senza l'utilizzo di plinti e/o fondazioni in cemento. In corrispondenza delle morsettiere di ingresso e uscita dagli inverter, i cavi saranno coperti, per essere protetti da eventuali morsi di animali o altre sollecitazioni meccaniche, ma sarà garantita in ogni caso un'idonea ventilazione.

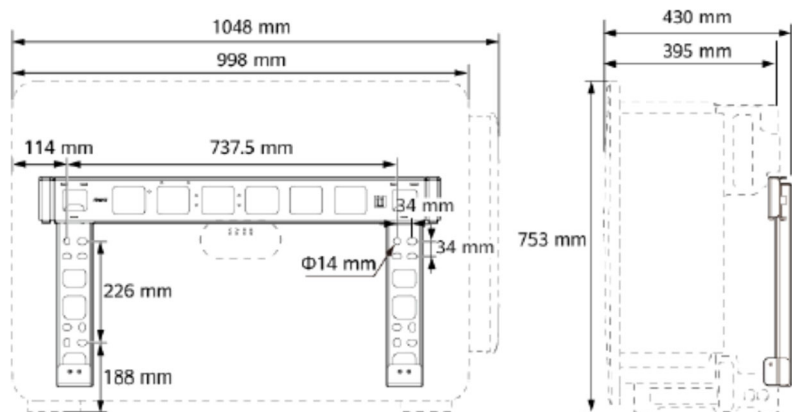


Figura 2.9: Dimensioni dell'inverter e staffa di fissaggio

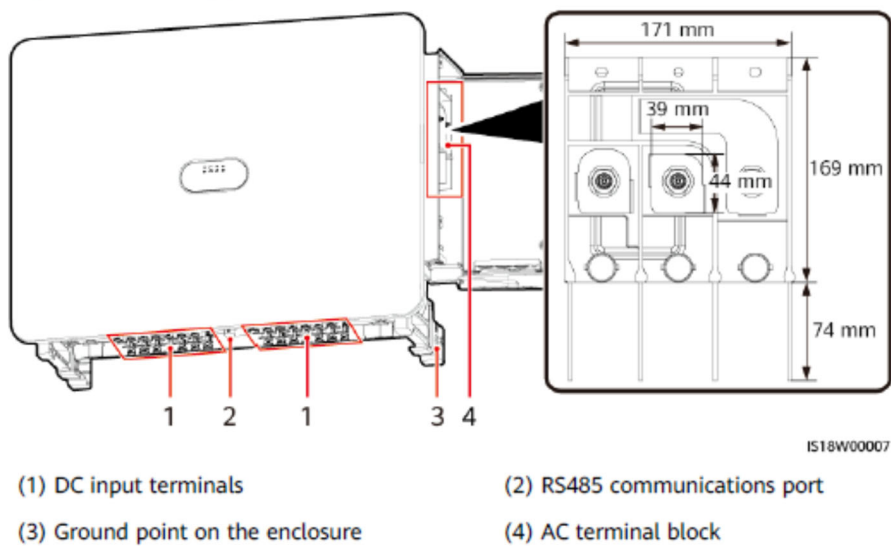


Figura 2.10: Cablaggi inverter

Le linee elettriche AC in uscita dagli inverter saranno condotte ai trasformatori MT/BT.

È prevista l’installazione di 1052 inverter Huawei SUN2000-330KTL-H1 con una potenza nominale complessiva in c.a. pari a 345,85 MW.

|                                            |                   |
|--------------------------------------------|-------------------|
| Produttore                                 | HUAWEI            |
| Modello                                    | SUN2000-330KTL-H1 |
| CONFIGURAZIONE                             |                   |
| Quantità di inverter installati            | 1.052             |
| Numero di moduli fotovoltaici per inverter | 504 max.          |
| Numero di moduli per stringa               | 28                |
| Numero di stringhe in parallelo            | 3 max.            |
| CARATTERISTICHE                            |                   |

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>FECENTRA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 23 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Massima tensione in ingresso [V]              | 1500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Range di Tensione MPPT [V]                    | 500 – 1500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Numero di inseguitori MPP                     | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Massima corrente di input per ciascun MPP [A] | 65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Massima corrente di c.c per ciascun MPP [A]   | 115                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Potenza attiva nominale AC                    | 300kW a 40°C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Massima Potenza apparente AC [kVA]            | 330 kVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Massima Potenza attiva (cosfi = 1)            | 330 kW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Massima corrente in uscita [A]                | 238,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Corrente nominale in uscita [A]               | 216,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Tensione nominale di uscita [V]               | 800                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Frequenza nominale [Hz]                       | 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fattore di potenza                            | 0,8 LG ... 0,8 LD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Umidità relativa                              | 0-100%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Raffreddamento                                | Forzato                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Protezioni                                    | Scaricatori di tipo II in c.c.<br>Scaricatori di tipo II in a.c.<br>Sezionatore c.c.<br>Protezione anti isola<br>Protezione da sovracorrenti in c.a.<br>Protezione da inversione di polarità in c.c.<br>Controllo guasto stringa<br>Controllo resistenza di isolamento in c.c.<br>Pr. guasto a terra c.a.<br>Controllo residual current |
| Comunicazione                                 | USB, MBus, RS485                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Grado di protezione                           | IP66                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tipologia                                     | Senza trasformatore                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

**Tabella 2.5: Caratteristiche inverter**

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 24 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

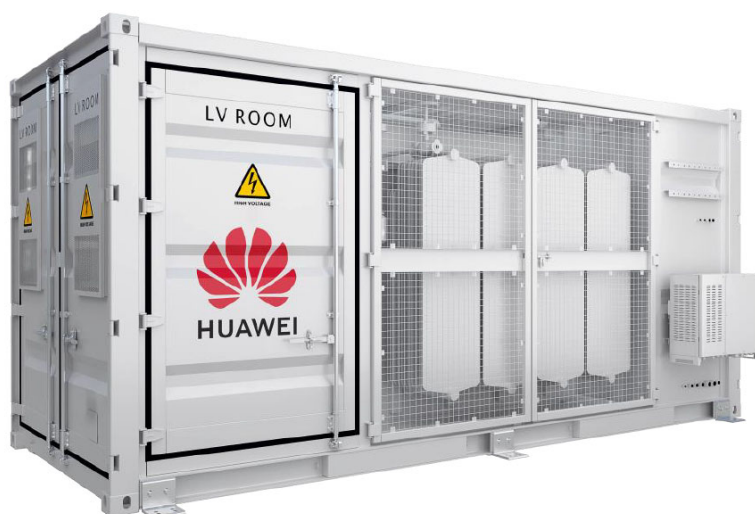
### 3 STAZIONI DI ENERGIA

Si intendono per stazioni di energia le cabine elettriche finali di trasformazione MT/BT.

Le cabine previste a progetto saranno di tipo prefabbricato ospitate in container contenente tutte le apparecchiature previste già cablate.

Le stazioni di energia sono equipaggiate con:

- Quadro MT a tre scomparti:
  - scomparto arrivo linea equipaggiato con sezionatore di sbarra e sezionatore di terra;
  - scomparto partenza linea equipaggiato con sezionatore di sbarra e sezionatore di terra;
  - scomparto protezione trasformatore equipaggiato con sezionatore di sbarra, sezionatore di terra ed interruttore automatico di protezione con relè 50-51-51N
- Trasformatore a doppio secondario 30/0.8kV, P=9000kVA oppure P=6600kVA oppure 3300kVA (vedere tabella) isolato in olio, ONAN, gruppo vettoriale Dy11-y11 (Dy11 per 3300kVA)<sup>2</sup>;
- Quadro di BT equipaggiato con interruttori automatici magnetotermici, SPD e controllore permanente di isolamento;
- Trasformatore ausiliari 5kVA 800/400V 3F+N
- Unità di supervisione SACU installata in contenitore posizionato sul fianco del container



**Figura 3.1: Stazione di energia**

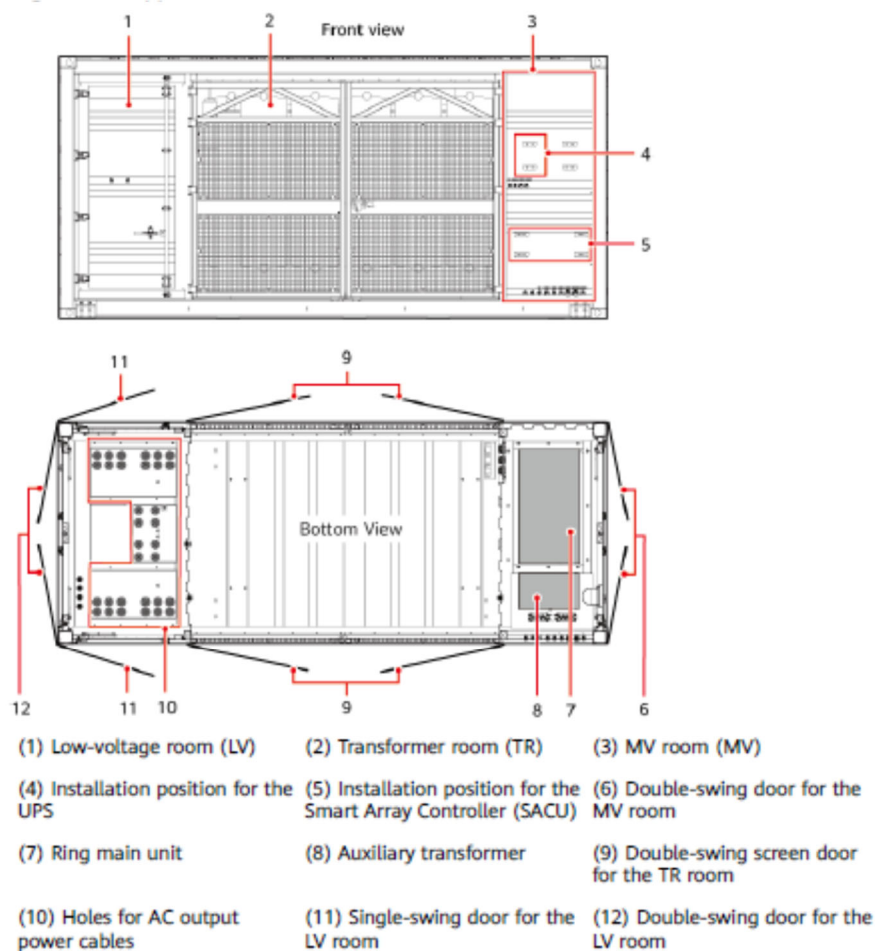
<sup>2</sup> Le stazioni di energia di potenza 9000kVA e 6000kVA hanno il trasformatore MT/BT a doppio secondario

Le stazioni di energia previste nel progetto sono le seguenti

| ZONA                  | N. STAZIONI | POTENZA [kVA] |
|-----------------------|-------------|---------------|
| Scala Erre 1          | 2           | 9000          |
|                       | 1           | 6600          |
| Scala Erre 2          | 1           | 9000          |
| Scala Erre 3          | 2           | 9000          |
| Lipiani 2 e Lipiani 3 | 2           | 6600          |
|                       | 1           | 3300          |
| San Giorgio 1         | 1           | 6600          |
| Lipiani 1             | 1           | 3300          |
| Palmadula 1           | 1           | 6600          |
|                       | 1           | 3300          |
| Palmadula 2           | 1           | 3300          |
| Palmadula 3           | 1           | 3300          |
| Palmadula 4           | 1           | 3300          |
| Palmadula 9           | 5           | 9000          |
|                       | 1           | 6600          |
| Canaglia 1            | 1           | 9000          |
|                       | 1           | 6600          |
| Palmadula 5           | 5           | 9000          |
|                       | 1           | 3300          |
| La Corte 1            | 1           | 6600          |
|                       | 1           | 3300          |
| La Corte 2            | 1           | 3300          |
| La Corte 3            | 1           | 9000          |
|                       | 1           | 6600          |
| La Corte 4            | 1           | 6600          |
| La Corte 5            | 1           | 6600          |
|                       | 1           | 6600          |
| Palmadula 6           | 2           | 9000          |
|                       | 1           | 6600          |
| Palmadula 7           | 3           | 9000          |
| Palmadula 8           | 3           | 9000          |
| Palmadula 10          | 1           | 9000          |

**Tabella 3.1: Numero cabine di campo (stazioni di energia)**

Nella sottostante Figura 3.2 è mostrata la disposizione dei componenti all'interno del container.



**Figura 3.2: disposizione componenti all'interno della stazione di energia**

Nella sottostante tabella sono riassunti i principali dati elettrici dei quadri e del trasformatore.

|                                         |                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INGRESSO                                |                                                                                                                                                    |
| Numero di inverter previsti massimo     | 30 (per stazione 9000kVA)                                                                                                                          |
|                                         | 22 (per stazione 6600kVA)                                                                                                                          |
|                                         | 11 (per stazione 3300kVA)                                                                                                                          |
| Potenza massima in ingresso [kVA] @40°C | 9000                                                                                                                                               |
|                                         | 6600                                                                                                                                               |
|                                         | 3300                                                                                                                                               |
| Caratteristiche quadro BT               | Tensione 800V. Due sezioni con interruttori automatici magnetotermici (uno per ciascun inverter). Per la stazione 3300 è presente una sola sezione |
| Protezione da sovratensioni             | Tipo I+II                                                                                                                                          |
| Sistema elettrico lato BT               | IT con controllore permanente di isolamento                                                                                                        |
| USCITA                                  |                                                                                                                                                    |
| Tensione uscita [kV]                    | 30                                                                                                                                                 |
| Frequenza [Hz]                          | 50                                                                                                                                                 |

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 27 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

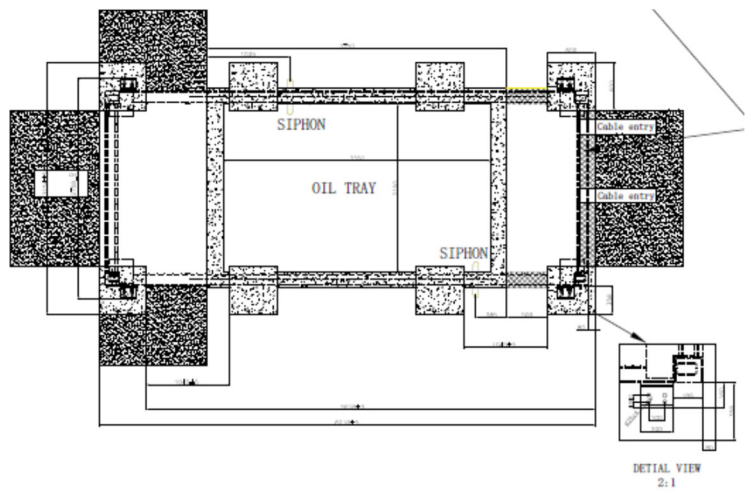
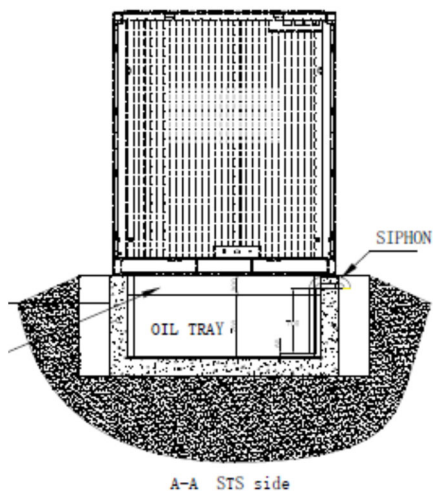
|                                                |                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Potenza [kVA]                                  | 9000 @ 40°C<br>6600 @ 40°C<br>3300 @ 40°C                                                                                         |
| Tipo di trasformatore                          | Isolato in olio con conservatore raffreddamento ONAN<br>Doppio avvolgimento secondario (singolo avvolgimento secondario per 3300) |
| Protezioni trasformatore                       | Livello olio<br>Temperatura olio<br>Pressione olio<br>Relè Buchholz                                                               |
| Gruppo vettoriale                              | Dy11-y11 (Dy11 per 3300)                                                                                                          |
| Vcc% [%]                                       | 9.55% (9000kVA)<br>7% (6600kVA)<br>7,8% (3300kVA)                                                                                 |
| Tipo di quadro MT                              | Isolato in gas SF6 – Interruttori automatici sotto vuoto                                                                          |
| Tenuta al c.c.                                 | 20kA 3s                                                                                                                           |
| Protezioni implementate su cella trasformatore | 50-51-51N                                                                                                                         |
| Capacità di tenuta all'arco interno            | IAC A 20kA 1s                                                                                                                     |
| CARATTERISTICHE GENERALI                       |                                                                                                                                   |
| Trasformatore ausiliari                        | 5kVA isolato in aria 800/400V                                                                                                     |
| Dimensioni e peso                              | 6,058 x 2,896 x 2,438 mm<br>(20' HC Container) – 22t                                                                              |

**Tabella 3.2: Caratteristiche delle stazioni di energia**

La stazione è dotata di sistema di monitoraggio e sistema anti PID (Potential-induced degradation) collocato in contenitore metallico posizionato a fianco del container.

Ciascun container verrà installato su blocco di fondazione in cls armato e completo di vasca per il contenimento dell'olio del trasformatore.

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECINTAL</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 28 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |



|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 29 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

#### 4 CABINE DI TESTA

Le cabine di testa contengono i quadri di MT di arrivo da SST, il trasformatore ausiliari, il quadro di distribuzione di BT ausiliari e le apparecchiature per videosorveglianza e supervisione.

Le cabine di testa sono in numero di 30. Alcune zone sono state suddivise in sottozone a causa della elevata superficie e quindi dell'elevata potenza del campo fotovoltaico, considerando che sulle linee di MT a 30kV è opportuno non avere potenze superiori a 22-25MW.

##### **Derivate da SSTN**

CT1: Scala Erre 1;  
CT2: Scala Erre 2;  
CT3: Scala Erre 3;  
CT4: Lipiani 1;  
CT5: Lipiani 2;  
CT6: Lipiani 3;  
CT7: San Giorgio 1.

##### **Derivate da SSTs**

CT8: Palmadula 5A;  
CT9: Palmadula 5B;  
CT10: Palmadula 5C;  
CT11: Palmadula 9A;  
CT12: Palmadula 9B;  
CT13: Palmadula 9C;  
CT14: Palmadula 10;  
CT15: Palmadula 4;  
CT16: Palmadula 1;  
CT17: Palmadula 2;  
CT18: Palmadula 3;

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 30 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

CT19: Palmadula 6A;

CT20: Palmadula 6B;

CT21: Palmadula 7A;

CT22: Palmadula 7B;

CT23: Palmadula 8A;

CT24: Palmadula 8B;

CT25: La Corte 1;

CT26: La Corte 2;

CT27: La Corte 3;

CT28: La Corte 5;

CT29: La Corte 4;

CT30: Canaglia 1.

Le caratteristiche dei quadri MT sono riportate nel seguito.

#### 4.1 Quadri MT

##### Parametri del sistema elettrico

- Tensione nominale 302kV
- Frequenza nominale 50Hz
- Numero di fasi 3
- Corrente simmetrica max di cto cto trifase sul sistema MT 16kA
- Messa a terra del sistema MT isolato
- Corrente di guasto monofase a terra sul sistema MT 40 A
- Corrente simmetrica max di cto cto F-N su ausiliari BT ≤6kA

##### Norme di riferimento

- IEC 62271-1: Per le prescrizioni comuni su apparecchiature di manovra e comando ad alta tensione

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 31 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- IEC/EN 62271-200: Per le apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV compreso
- IEC 62271-100 Per gli interruttori
- IEC 62271-102 Per i sezionatori di terra
- IEC 62271-103 Per gli interruttori di manovra-sezionatori
- IEC 62271-105 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per corrente alternata
- IEC 62271-106 Per i contattori
- IEC 62271-206 Per gli indicatori di presenza tensione
- IEC 60255 Per i relè di protezione
- IEC 61869-2 Per i trasformatori di corrente
- IEC 61869-3 Per i trasformatori di tensione
- IEC 60044-8 Per i trasformatori di corrente elettronici
- IEC 62271-2 Per il coordinamento dell'isolamento
- IEC 60529 Per le classi di protezione
- IEC 62271-100 Per le condizioni climatiche severe
- IEEE 693 Prove di qualificazione al sisma del quadro

### Caratteristiche generali

Ciascuna unità funzionale sarà identificata per mezzo di una targa serigrafata che indicherà chiaramente la funzione e le caratteristiche elettriche.

Le unità funzionali saranno suddivise in compartimenti segregati tra loro con diaframmi caratterizzati da un grado di protezione non inferiore a IP2X. Per ciascuna unità funzionale si dovranno identificare i seguenti compartimenti:

- compartimento sbarre in comune a tutte le unità (se previste più unità affiancate);
- compartimento interruttore di manovra-sezionatore/sezionatore;
- compartimento apparecchi (contenente l'interruttore, TA, TV, eventuali fusibili, sezionatore di messa a terra, isolatori capacitivi, terminali dei cavi);

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 32 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- compartimento bassa tensione (contenente gli strumenti, i relè e gli ausiliari di bassa tensione).

L'accesso ai vari compartimenti non deve essere possibile allorquando le apparecchiature ivi racchiuse siano in tensione ed esposte.

Se un compartimento di una unità funzionale dovesse essere aperto dovrà essere comunque garantita la continuità di servizio di tutti gli altri compartimenti (richiesta classificazione LSC2A secondo CEI EN 62271-200).

Le segregazioni tra le parti attive ed un compartimento accessibile aperto potranno essere realizzate preferibilmente mediante diaframmi o otturatori metallici (classificazione PM secondo CEI EN 62271-200); sarà comunque accettata la realizzazione mediante diaframmi o otturatori isolanti (classificazione PM secondo CEI EN 62271-200).

Il quadro dovrà essere classificato IAC A FLR per una corrente d'arco interna di 16 kA e della durata di 1 s (definizione secondo CEI EN 62271-200).

Il quadro dovrà essere dotato di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre ed in particolare dovranno essere garantiti almeno i seguenti blocchi ed interblocchi meccanici:

- la chiusura dell'interruttore di manovra-sezionatore/sezionatore deve poter essere possibile solo con sezionatore di terra aperto e con porta di accesso chiusa;
- il sezionatore di messa a terra deve poter essere chiuso solo con interruttore di manovra-sezionatore/sezionatore aperto;
- l'asportabilità della porta di accesso alla cella di linea deve poter essere possibile solo con sezionatore di linea aperto e linea messa a terra;
- il sezionatore di linea deve essere bloccato in aperto quando la porta di accesso è aperta;
- nelle unità con sezionatore di linea non sotto carico l'operazione di chiusura o apertura di tale componente deve poter essere possibile solo a interruttore aperto.

Tutte le parti metalliche, ad eccezione degli involucri in acciaio inox e dei particolari zincati/elettrozincati, dovranno essere trattate e verniciate secondo il seguente ciclo: sgrassatura, decappaggio, fosfatizzazione, passivazione, verniciatura con polvere epossidica.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 33 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

### Caratteristiche delle apparecchiature

Gli interruttori automatici saranno in esecuzione asportabile/rimovibile ed isolati in gas SF6 oppure in vuoto. Ogni interruttore sarà del tipo motorizzato con motore carica molle, bobine di apertura e chiusura, contatti ausiliari.

I sezionatori di linea dovranno essere opportunamente dimensionati per resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti alle correnti di c.to c.to specificate. Dovranno essere previsti opportuni interblocchi con gli interruttori per evitare errori di manovra e dotati di contatti ausiliari.

I sezionatori di terra dovranno essere opportunamente dimensionati per resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti alle correnti di c.to c.to specificate. Dovranno essere previsti opportuni interblocchi con i sezionatori di linea e con gli interruttori per evitare errori di manovra e dovranno essere dotati di contatti ausiliari. Tutti i sezionatori di messa a terra dovranno essere dotati di potere di chiusura.

Sui vari scomparti del quadro dovranno essere presenti dei blocchi a chiave o comunque degli interblocchi meccanici che consentiranno di prevenire errate manovre agli operatori e di impedire a questi ultimi l'accesso alle parti in tensione.

Inoltre dovranno essere previsti i blocchi a chiave necessari in relazione alle seguenti finalità:

- Unità funzionale arrivo linea: mettere in sicurezza il cavo in media tensione proveniente dalla cabina adiacente ed evitare allo stesso tempo la messa a terra del cavo in tensione.
- Unità funzionali protezione trasformatore/linea e unità misure: accedere in sicurezza all'interno del box del trasformatore ed evitare allo stesso tempo la messa a terra del cavo in tensione.

I riduttori di corrente e tensione saranno del tipo con isolamento in resina epossidica.

La prestazione dei TV e dei TA dovrà essere sufficiente per l'alimentazione dei carichi sottesi quindi i valori di prestazione riportati sullo schema unifilare allegato sono da ritenersi come minimo vincolante e potranno essere incrementati dal costruttore in funzione dell'assorbimento delle apparecchiature effettivamente installate.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 34 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

I morsetti dei TV dovranno essere riportati in morsettiera con morsetti di tipo sezionabile mentre i TA dovranno essere riportati in morsettiera con morsetti di tipo cortocircuitabile e quindi collegati alle corrispondenti protezioni o strumenti di misura.

I circuiti secondari dei TV dovranno essere protetti da interruttori magnetotermici.

I circuiti secondari dei TV e dei TA dovranno essere collegati a terra (se non è prevista la separazione col primario con uno schermo messo a terra) con un conduttore di sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup> se protetto meccanicamente, altrimenti 4 mm<sup>2</sup>.

I relè di protezione verranno montati nella cella strumenti in modo da essere visibili dal fronte del pannello.

Per tutti i relè di protezione le funzioni protettive previste dovranno essere 51.S1 (I>), 51.S2 (I>>), 51.S3 (I>>>), 51N.S1 (IO>), 51N.S2 (IO>>).

Al fine dello scambio d'informazioni con il sistema di supervisione/telecontrollo su ciascun relè dovranno essere appoggiati i segnali pertinenti ai dispositivi della medesima unità funzionale: posizione sezionatore di linea, interruttore, sezionatore di terra, allarme SF6 interruttore (se applicabile), stato del selettore di comando Locale/Distante, comandi di apertura e chiusura remoti dell'interruttore. Ciascun relè dovrà essere dotato di interfaccia Modbus per la connessione con il sistema di supervisione.

Ogni quadro dovrà essere fornito con le predisposizioni necessarie per la supervisione/telecontrollo da remoto.

Tutti i segnali provenienti dai relè elettronici o da altre apparecchiature specifiche dovranno far capo (direttamente o indirettamente) ad un Energy Server fornito a bordo quadro che dovrà avere almeno le seguenti caratteristiche principali:

- connessione Ethernet TCP/IP per l'invio di dati ad un "cloud"/sistema di supervisione;
- supporto ai principali protocolli di trasferimento: HTTP, HTTPS, FTP e SMTP;
- configurazione attraverso pagine web integrate;
- visualizzazione di dati in tempo reale e informazioni storiche da diverse posizioni mediante un browser web supportato.

#### **4.2 Trasformatore MT/BT circuiti ausiliari**

Il trasformatore ausiliari presenterà le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale da 160 kVA;
- Tensione nominale primaria 30kV  $\pm$  2x2.5%;

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 35 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- Tensione nominale secondaria 400V 3F+N;
- Frequenza 50Hz;
- Gruppo vettoriale Dyn11;
- Isolamento in resina;
- Classe di perdita A0Ak (CEI EN 50464-1);
- Classe di isolamento termica F;
- Classe Climatica C2;
- Classe Ambientale E2 conforme alla norma CEI EN 60076-16;
- Classe comportamento al fuoco F1;
- Resistenza ad un alto livello di umidità >95 %;
- Ventilazione naturale (AN);
- Installazione da interno.

Sarà ospitato in box metallico con porte dotate di serratura interbloccata con sezionatore di terra lato MT

#### 4.3 Quadri BT

I quadri elettrici di distribuzione devono essere conformi alla Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) e CEI EN 61439-2 (CEI 17-114), ed essere realizzati in forma 2.

La tipologia costruttiva dei quadri ed il cablaggio della componentistica elettromeccanica deve consentire il comando delle apparecchiature ad essi collegate ed il ripristino delle specifiche protezioni preferibilmente senza l'accesso alle parti interne del quadro. L'accesso alle parti interne del quadro deve essere vincolato al sezionamento della linea di alimentazione.

Le caratteristiche principali del quadro saranno le seguenti:

- Sistema sbarre 3F+N/2
- Tensione di esercizio 400V/230V
- Frequenza di esercizio 50Hz
- Tensione di isolamento 690 V
- Corrente nominale nelle sbarre 250A

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 36 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- Corrente ammissibile di breve durata 10kA
- Sistema di messa a terra TN-S
- Materiale Lamiera d'acciaio verniciata
- Forma di segregazione 2b
- Grado di protezione a portelle chiuse IP43
- Grado di protezione a portelle aperte IP2X
- Linee in entrata dal basso
- Linee in uscita dal basso o dall'alto
- Accessibilità dal fronte

#### 4.4 Impianti di cabina

Ogni cabina sarà dotata di:

- Impianto di illuminazione ordinaria realizzato con plafoniere in polycarbonato di potenza 1x30W comandate da interruttori bipolari (un polo per inibizione lampade di sicurezza);
- Impianto di illuminazione di sicurezza con autonomia 2 ore e possibilità di inibizione;
- Impianto prese di servizio;
- Rete di terra realizzata con corda in rame nudo posata a contatto con il terreno lungo il perimetro della cabina e lungo gli scavi per la connessione elettrica con gli inverter. Ogni cabina sarà dotata di collettore di terra al quale saranno collegate tutte le masse e il neutro del trasformatore ausiliari.

L'impianto di servizio della cabina sarà realizzato in esecuzione in vista a parete con tubazioni in PVC rigido pesante e canalizzazioni in lamiera.

#### 4.5 Rete di terra

La rete di terra sarà unica per ciascuna zona e costituita da una corda in rame nudo da 50 mm<sup>2</sup>, interrata a circa 0,7 m di profondità, integrata da picchetti infissi nel terreno. Inoltre, verrà realizzato un anello di terra intorno alle cabine di testa ed alle cabine di campo. Gli anelli realizzati saranno resi tra di loro solidali. Fanno parte integrante del sistema di dispersione le reti elettrosaldate costituenti i ferri di armatura dei locali prefabbricati e delle platee sulle quali sono installati i container. Dalla cabina di testa saranno poi diramati i dispersori (sempre di

|                                                                                   |        |                   |                                                    |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|----------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                         | Pag. 37 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI<br>ELEMENTI TECNICI |         |

sezione 50 mmq) sul campo fotovoltaico in direzione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici. Tutte le masse di impianto saranno collegate all'impianto di terra. Tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli verranno collegate a terra. Il collegamento avverrà per mezzo di cavo con conduttore in rame collegato al dispersore di terra.

In corrispondenza di ogni cabina ed in vicinanza di ogni inverter verrà installato un collettore di terra al quale saranno collegati i dispersori e le masse em asse estranee.

## 5 IMPIANTO DI ACCUMULO (BESS)

Il sistema di storage (BESS) sarà installato in vicinanza della cabina di testa CT3 e sarà caratterizzato dai seguenti parametri:

|                                                          |       |
|----------------------------------------------------------|-------|
| Potenza massima [MVA]                                    | 41,25 |
| Capacità di accumulo [MWh]                               | 82,56 |
| Numero di stazioni di conversione DC/AC e trasformazione | 15    |
| Numero di container batterie                             | 30    |

**Tabella 5.1: Caratteristiche generali BESS**

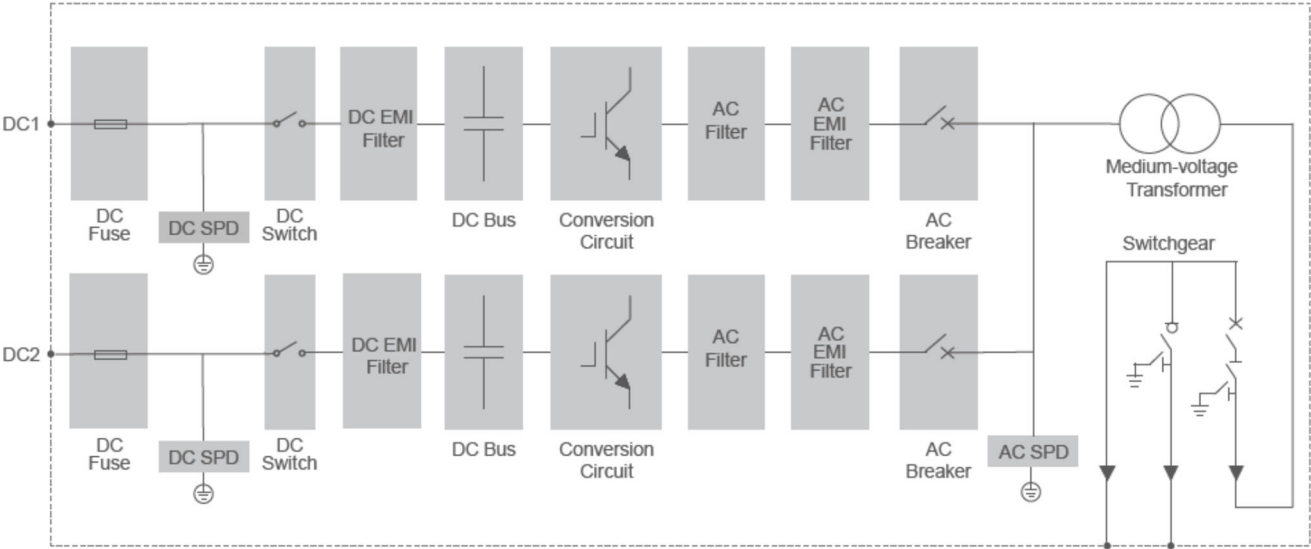
il sistema di accumulo di energia è realizzato con 15 unità di accumulo, conversione e trasformazione ciascuna composta da due unità batterie di capacità 2752 kWh e da una unità di conversione/trasformazione di potenza 2750kVA per un totale di 82,56 MWh di capacità e 41,25 MVA di potenza. Ogni unità è contenuta all'interno di un container nel quale sono alloggiate tutte le apparecchiature previste. I container batterie sono equipaggiati con batterie LFP (Lito – Ferro – Fosfato) raffreddate a liquido.

### 5.1 Stazioni di conversione

Le stazioni di conversione DC/AC saranno ospitate all'interno di un container prefabbricato e precablato contenente:

- I convertitori c.c./c.a. in numero di due per ciascuna unità
- Le protezioni da sovratensioni e sovracorrenti
- Il trasformatore elevatore
- Il quadro di MT

Lo schema elettrico di principio è rappresentato nella seguente figura:



**Figura 5.1: Schema di principio unità di conversione cc/ca**

Le principali caratteristiche del sistema sono indicate nella seguente tabella:

| INGRESSO C.C.                            |                |
|------------------------------------------|----------------|
| Intervallo di tensione in ingresso [Vcc] | 800-1500       |
| Massima corrente in ingresso [A]         | 1935           |
| Numero di ingressi c.c.                  | 2              |
| Protezioni lato c.c.                     | Fusibili + SPD |
| CONVERTITORE C.C. - C.A.                 |                |
| Tensione [V]                             | 550 3F         |
| Frequenza [Hz]                           | 50             |
| Potenza in uscita [kVA]                  | 2750 @ 45°C    |
| Distorsione armonica [%]                 | <3             |
| Fattore di potenza                       | >0.99          |
| USCITA C.A.                              |                |

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 40 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

|                                                   |                                                             |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Tensione uscita [kV]                              | 30                                                          |
| Frequenza [Hz]                                    | 50                                                          |
| Potenza [kVA]                                     | 2750 @ 45°C                                                 |
| Tipo di trasformatore                             | Isolato in olio con conservatore<br>raffreddamento ONAN     |
| Protezioni trasformatore                          | Livello olio                                                |
|                                                   | Temperatura olio                                            |
|                                                   | Pressione olio                                              |
|                                                   | Relè Buchholz                                               |
| Gruppo vettoriale                                 | Dy11                                                        |
| Tipo di quadro MT                                 | Isolato in gas SF6 – Interruttori<br>automatici sotto vuoto |
| Protezioni implementate su<br>cella trasformatore | 50-51-51N                                                   |
| Capacità di tenuta all'arco<br>interno            | IAC A 20kA 1s                                               |
| CARATTERISTICHE GENERALI                          |                                                             |
| Trasformatore ausiliari                           | 5kVA isolato in aria 800/400V                               |
| Dimensioni e peso                                 | 6,058 x 2,896 x 2,438 mm<br>(20' HC Container) – 16t        |

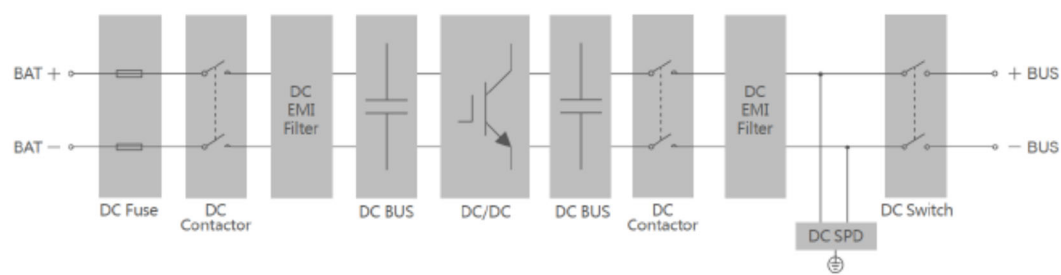
## 5.2 Unità batterie

Il sistema di accumulo sarà realizzato con unità batterie realizzate con un container all'interno del quale sono installate le batterie tipo LTF con raffreddamento a liquido.

Ciascuna unità di capacità pari 2752kWh contiene le batterie installate in 8 rack con 6 moduli batteria per rack, 8 convertitori c.c./c.c., unità di raffreddamento a liquido, sistema di protezione contro gli incendi e tutti i sistemi ausiliari necessari (alimentazione, comunicazione/supervisione, ventilazione).

Ciascun convertitore c.c./c.c. è dotato di protezioni da sovracorrente a fusibile ed SPD per la protezione da sovratensioni.

Lo schema di principio del convertitore è rappresentato nella figura sottostante:



**Figura 5.2: schema del convertitore c.c./c.c.**

Le principali caratteristiche dell’unità batteria sono riassunte nella seguente tabella:

| Tipo di batterie                            | LFP (Litio-Ferro-fosfato)          |
|---------------------------------------------|------------------------------------|
| Capacità batterie [kWh]                     | 2752                               |
| Numero di ingressi c.c.                     | 2                                  |
| Intervallo di tensione [V]                  | 1160-1500                          |
| CONVERTITORE C.C./C.C.                      |                                    |
| N. di convertitori per unità                | 8                                  |
| Potenza nominale [kW]                       | 175                                |
| Intervallo di tensione [V]                  | 500-1500                           |
| Rendimento [%]                              | 99                                 |
| Protezioni                                  | Polarità inversa                   |
|                                             | Sovratensioni (tipo II)            |
|                                             | Controllo isolamento               |
|                                             | Sovratemperatura                   |
| Protezioni contro l’incendio e l’esplosione | Sistema di rilevazione fumo        |
|                                             | Sistema di spegnimento a sprinkler |

|                                                                                                     |        |                   |                                                    |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|----------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                         | Pag. 42 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI<br>ELEMENTI TECNICI |         |

|                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Rilevatori di calore           |                                |
| Rilevatori di gas infiammabile |                                |
| Ventilazione                   |                                |
| CARATTERISTICHE GENERALI       |                                |
| Dimensioni e peso              | 9340 x 2600 x 1730 mm<br>26.4t |

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 43 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## 6 SISTEMI AUSILIARI

### 6.1 Sistema di video sorveglianza

L'impianto sarà inoltre dotato di un sistema TVCC provvisto di telecamere di videosorveglianza ad infrarossi posizionati su pali di altezza pari a 6 m (si utilizzeranno gli stessi pali di illuminazione dell'area). In aggiunta potrà essere valutata l'installazione di sensori di movimento anche sulle recinzioni per prevenire l'ingresso di intrusi.

Le telecamere del sistema saranno posizionate e puntate per garantire la vista di persone e veicoli che attraversano gli accessi e in posizioni chiave all'interno dell'area del sito principale. Il sistema di videosorveglianza sarà un sistema di sicurezza video ad alta qualità, alta prestazione, connesso in rete, che utilizza la tecnologia di immagini termiche a colori ad alta definizione (minimo 4Mpixel di risoluzione e 20 frame al secondo), progettato per garantire che le persone siano viste chiaramente e le intrusioni siano registrate in qualsiasi posizione all'interno dell'area coperta. Le telecamere saranno nativamente IP e collegate sulla rete locale in fibra ottica complete di media converter per conversione rame/fibra. Le telecamere installate devono essere adatte a assicurare la qualità delle immagini richieste in qualsiasi condizione di illuminazione e dotate di illuminatore IR. Le telecamere faranno capo ad un NVR situato in locale presidiato con capacità di analisi video, che automaticamente rileva la presenza di intrusi nell'area coperta. Le immagini visualizzate sui monitor o recuperate dalla memoria, di almeno 10 giorni, dovranno essere di qualità adeguata per fornire un'identificazione chiara e non ambigua di persone e veicoli sull'area di impianto.

Dovranno essere previsti sistemi di archiviazione dati ridondanti, al fine di assicurare che i dati non siano persi in caso di danneggiamento, anche doloso. In caso di guasto di un elemento di archiviazione, dovrà essere garantito, in automatico, il trasferimento dei dati all'elemento ridondante. La trasmissione dati del sistema di videosorveglianza sarà interfacciata ad una rete separata in fibra ottica proveniente dal sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto fotovoltaico.

La segnaletica che avverte sull'uso di telecamere a circuito chiuso o il monitoraggio del sito sarà posizionata a intervalli regolari attorno al confine del sito per scoraggiare potenziali intrusi.

Per l'installazione del sistema TVCC sarà previsto l'utilizzo dei seguenti materiali:

- Pali di altezza almeno 6m f.t. per fissaggio telecamere (saranno gli stessi pali utilizzati per l'impianto di illuminazione);
- Staffe bulloni di fissaggio per le telecamere;
- Telecamere IP tipo bullet in custodia da esterno;
- Media converter per connessione della telecamera alla rete in f.o.
- Tubazioni per cavi di comunicazione e alimentazione telecamere;

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 44 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- Cavi di comunicazione;
- Cavi di energia;
- Conduttori di terra;
- Rack telecamere condiviso con il rack comunicazioni;
- Fibra ottica.

I pali del sistema TVCC saranno fissati alle rispettive basi e al terreno su plinti in cemento. I bulloni di ancoraggio alle basi saranno in acciaio inossidabile con trattamento anticorrosivo, secondo la norma UNI ISO 2081/2018.

| Zona          | Telecamere |
|---------------|------------|
| Scala Erre 1  | 39         |
| Scala Erre 2  | 27         |
| Scala Erre 3  | 34         |
| Lipiani 1     | 14         |
| Lipiani 2     | 15         |
| Lipiani 3     | 19         |
| San Giorgio 1 | 15         |
| Palmadula 1   | 30         |
| Palmadula 2   | 18         |
| Palmadula 3   | 9          |
| Palmadula 4   | 14         |
| Palmadula 5   | 111        |
| Palmadula 6   | 44         |
| Palmadula 7   | 44         |
| Palmadula 8   | 75         |
| Palmadula 9   | 109        |
| Palmadula 10  | 22         |
| Canaglia 1    | 37         |
| La Corte 1    | 35         |
| La Corte 2    | 12         |
| La Corte 3    | 24         |
| La Corte 4    | 18         |
| La Corte 5    | 18         |
| <b>Totale</b> | <b>783</b> |

**Tabella 6.1: Numero di telecamere**

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECENTRA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 45 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

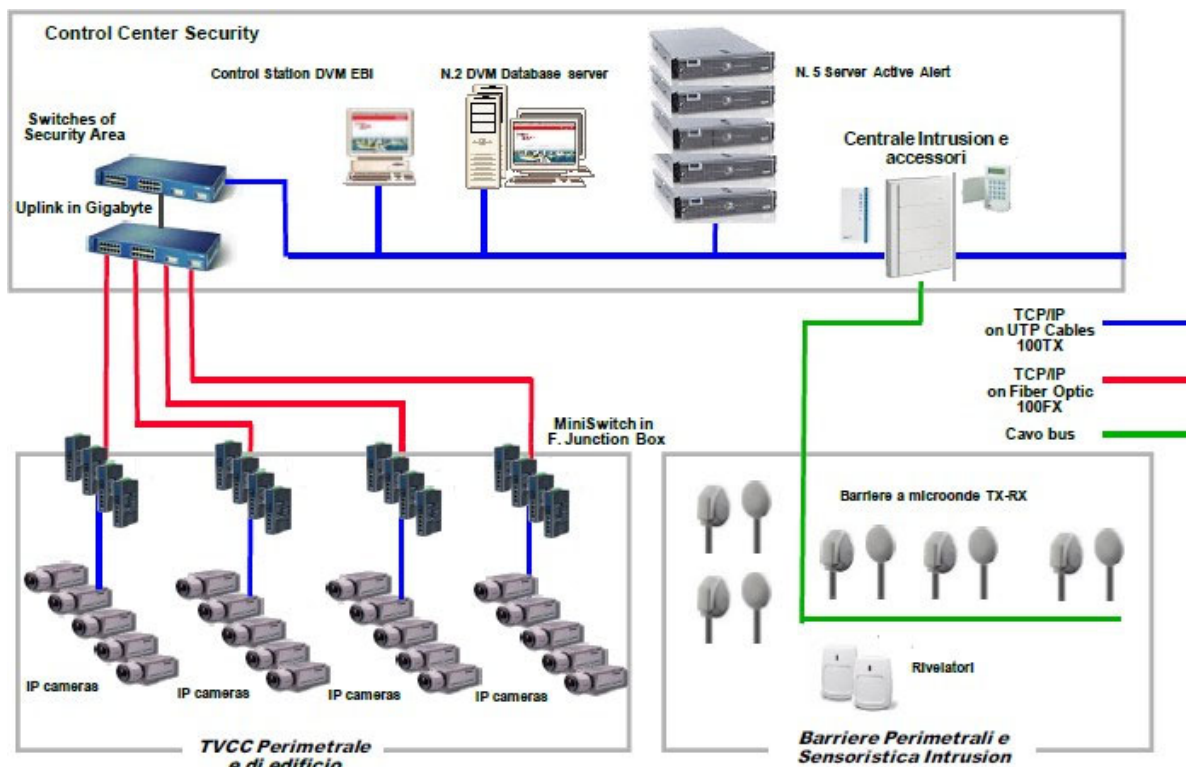


Figura 6.1: Schema unifilare tipo per Impianto di Video sorveglianza ed Antintrusione

Il sistema di videosorveglianza potrebbe subire delle modifiche in fase di progettazione esecutiva.

## 6.2 Sistema di illuminazione

Per ogni zona è previsto un impianto di illuminazione realizzato con pali in acciaio zincato a caldo di tipo conico o rastremato infissi nel terreno con blocco di fondazione in cls di dimensioni almeno 80x80x80cm.

Si utilizzeranno proiettori a led con ottica diffondente e potenza di almeno 57W, montati su staffa a testa palo.

I pali saranno posizionati nelle vicinanze delle cabine elettriche e lungo il perimetro dell'area.

L'accensione degli apparecchi avverrà nei seguenti modi:

- Mediante interruttore crepuscolare (per i pali posizionati in vicinanza dei varchi di accesso alle varie aree);
- Da remoto mediante comando impartito tramite il sistema di supervisione;
- In modo automatico in caso di effrazione o accesso indebito nelle ore notturne.

Quindi sarà a funzionamento discontinuo ed eccezionale. Inoltre la direzione di proiezione del raggio luminoso, sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

Da quanto appena esposto si può evincere che detto impianto di illuminazione è conforme a quanto riportato all'art.6 della L.R. N.15/05 *“Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico”*, ed in particolare al comma 1, lettere a), b), e) ed f).

Nella seguente tabella sono indicati i numeri di pali (su ciascun palo è previsto il montaggio di un apparecchio di illuminazione) per ciascuna zona:

| Zona          | P Luce     |
|---------------|------------|
| Scala Erre 1  | 13         |
| Scala Erre 2  | 9          |
| Scala Erre 3  | 12         |
| Lipiani 1     | 5          |
| Lipiani 2     | 5          |
| Lipiani 3     | 7          |
| San Giorgio 1 | 5          |
| Palmadula 1   | 11         |
| Palmadula 2   | 6          |
| Palmadula 3   | 3          |
| Palmadula 4   | 5          |
|               | 31         |
| Palmadula 6   | 14         |
| Palmadula 7   | 14         |
| Palmadula 8   | 24         |
| Palmadula 9   | 30         |
| Palmadula 10  | 7          |
| Canaglia 1    | 12         |
| La Corte 1    | 12         |
| La Corte 2    | 4          |
| La Corte 3    | 8          |
| La Corte 4    | 6          |
| La Corte 5    | 6          |
| <b>Totale</b> | <b>249</b> |

**Tabella 6.2: Numero di pali luce**

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 47 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

### 6.3 Sistema di supervisione e SCADA

L'impianto sarà gestito, monitorato e controllato da remoto tramite un sistema di supervisione ed uno SCADA. Il Sistema per il controllo di supervisione e acquisizione dati dovrà essere in grado di gestire almeno le seguenti funzioni di carattere generale:

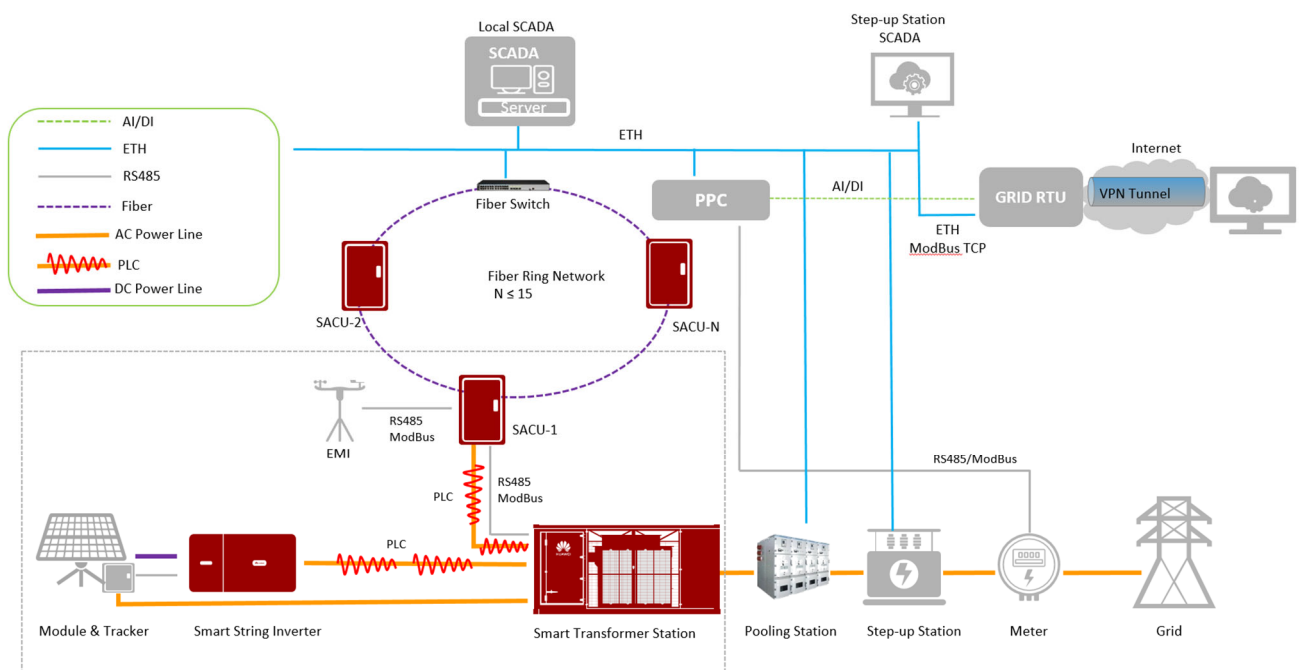
- Monitoraggio della corrente, della tensione, della Potenza DC istantanea, dell'energia DC, stato degli impianti e relativi allarmi;
- Monitoraggio dello stato di funzionamento e degli allarmi di ciascun inverter, stato e allarmi del Sistema Master/Slave, Potenza AC istantanea, Energia AC, tensione di ingresso e misura di corrente, frequenza, energia e ore di funzionamento per ciascuna modalità di funzionamento dell'inverter;
- Capacità di modificare i parametri interni degli inverter, i parametri dell'inseguimento MPP, il set point di tensione e frequenza, il set point delle potenze attive e reattive;
- Capacità di monitorare e conservare I dati provenienti dalla stazione meteo;
- Monitoraggio di tutta la rete in AC, trasmissione degli stati degli impianti tecnologici (ad esempio intervento interruttori automatici, scaricatori di sovratensione, interventi per sovratemperatura dei trasformatori, ecc.);
- Monitoraggio dell'accesso all'area ed alle cabine con invio di allarme in caso di accesso indebito;
- Essere caratterizzato da apertura e interoperabilità per garantire integrazioni di dispositivi e sensori forniti da terze parti;
- Garantire che l'impianto soddisfi i requisiti concernenti in particolar modo la produzione e il consumo di potenza reattiva;
- Garantire la possibilità di configurare gli inverter secondo le indicazioni del gestore di rete in termini di erogazione di potenza attiva e reattiva;
- Garantire il calcolo della performance di impianto relativa al rapporto tra potenza generata ed irraggiamento solare disponibile;
- I sistemi di gestione del software dovranno includere nuovi approcci di modellizzazione e indicatori tecnico-finanziari, che consentano agli operatori di prevedere i guasti, individuare le cause di errore ed ottimizzare il funzionamento dell'impianto dal punto di vista economico;
- Capacità di produrre report di valutazione della disponibilità degli inverter;
- Capacità di recepire segnali ed allarmi dai sistemi di sicurezza;

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 48 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- Messa a disposizione di un sistema di monitoraggio remoto ed un software di supervisione con accesso remoto ai dati;
- L'accesso remoto dovrà essere garantito a scopo di manutenzione e backup dei dati.

Il sistema di supervisione consente di comunicare con tutti i dispositivi dell'impianto (inverter, BESS, tracker, dispositivi di protezione e comando). Permette inoltre l'interfacciamento con un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).

Esso prevede un'architettura di principio che è mostrata nella seguente figura.



L'acquisizione dati è dunque basata su concentratori installati sulle stazioni di energia (cabine di campo). I concentratori, denominati SACU (Smart Array Controller Unit), comunicano verso il campo mediante onde convogliate sugli stessi cavi di energia che collegano ciascun inverter alla stazione di energia tramite sistema PLC (PowerLine Communication).

Ogni concentratore riceve inoltre tramite rete Modbus TCP o seriale Modbus RTU i dati dalle stazioni meteo e dai tracker.

Sui quadri MT e BT delle cabine di testa è previsto un sistema di acquisizione degli stati dei componenti dedicati alla distribuzione elettrica (interruttori automatici, SPD, controllore di isolamento, ecc.) e per il telecomando che comunica verso il rack dati di zona tramite modbus RTU.

|                                                                                                     |        |                   |                                                    |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|----------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                         | Pag. 49 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI<br>ELEMENTI TECNICI |         |

Vengono inoltre acquisite tutte le misure di energia a livello locale.

In ciascuna cabina di testa è installato un rack dati all'interno del quale sono contenuti gli switch per la connessione in fibra, gli apparati di conversione Modbus TCP e gli apparati per la rete di videosorveglianza.

Le unità SACU sono collegate fra di loro e con la rete dati principale (backbone) mediante anello in fibra ottica monomodale in modo tale da garantire la comunicazione anche in caso di interruzione di una tratta di cavo.

Sulla rete dati principale sono connessi i sistemi di supervisione di SST, le workstation di gestione e di archiviazione dati e tutte le postazioni operatore.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 50 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## 7 SSE UTENTE 30/150/380 KV

### 7.1 Caratteristiche tecniche del cavo 380 kV

Il Codice di Rete fornisce precise indicazioni sulle caratteristiche che il cavo individuato deve rispettare, dal momento che risulta strettamente integrato a una struttura strategica nazionale.

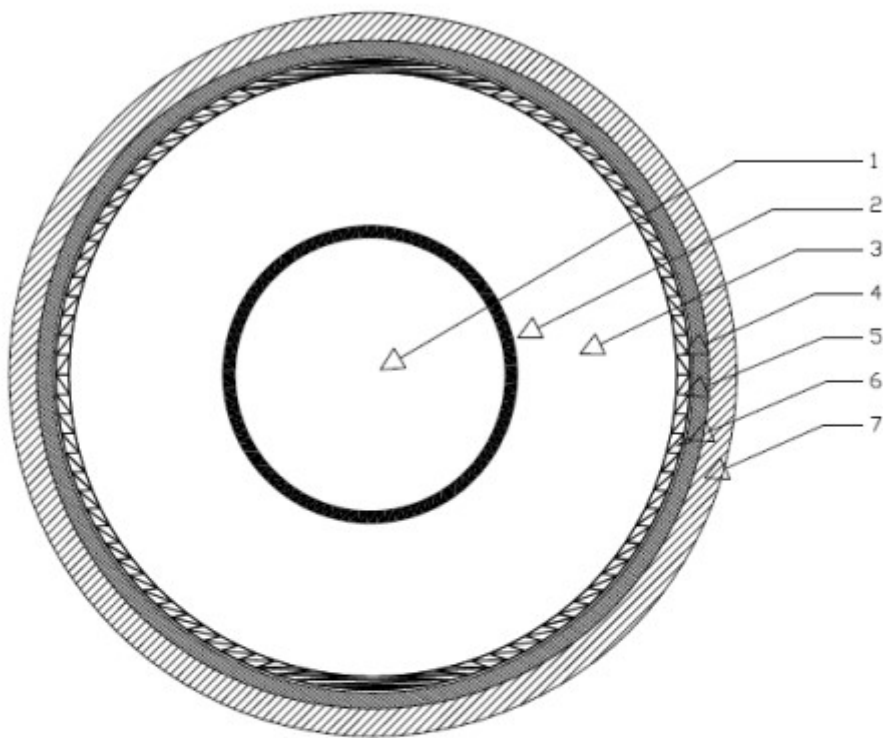
Tenuto conto che in futuro è possibile che il cavo debba risultare idoneo a garantire anche il flusso di potenza generato da potenziali utenti terzi collegabili alla stazione Sud, la sezione scelta è ricaduta sulla massima disponibile, ovvero pari a 2500 mm<sup>2</sup>, in rame.

Le caratteristiche tecniche del cavo individuato sono le seguenti:

#### Cavo 380 kV in estruso

- conforme alle prescrizioni del Codice di Rete
- conforme alle norme IEC 62067
- portate nominali calcolate secondo IEC 60287
- $U_o = 220$  kV
- $U_n = 380$  kV
- $U_m = 420$  kV
- $F_n = 50$  Hz
- corrente nominale 1600 A
- sezione nominale 2500 mm<sup>2</sup>
- corrente termica di corto circuito sullo schermo = 50 kA
- conduttore a corda rigida rotonda, compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato, di tipo Milliken
- isolante costituito da uno strato di polietilene reticolato estruso XLPE insieme ai due strati semiconduttivi (tripla estrusione), che si posizionano tra conduttore e isolamento e tra isolante e schermo metallico
- schermo metallico in piombo o nastro di alluminio saldato eventualmente in combinazione con fili di rame ricotto non stagnato
- guaina esterna PE
- altre caratteristiche come evidenziato in giallo nella Figura 7.2

SEZIONE TIPICA DEL CAVO XPLE



| Item | Descrizione      | Dettagli                    |
|------|------------------|-----------------------------|
| 1    | Conduttore       | Corda in Alluminio          |
| 2    | Schermo          | Semi-conduttore estruso     |
| 3    | Isolamento       | XLPE estruso                |
| 4    | Schermo          | Semi-conduttore estruso     |
| 5    | Tamponamento     | Semi-conduttore igroscopico |
| 6    | Gualna metallica | Alluminio saldato           |
| 7    | Guaina esterna   | Polietilene                 |

Figura 7.1 sezione tipica di cavo estruso 380 kV

|                                                                                                 |        |                   |                                                 |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>NEXANS</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 52 |
|                                                                                                 |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## Constructional data (nominal)

| Nominal section area<br>mm <sup>2</sup> | Conductor diameter<br>mm | Thickness of insulation<br>mm | DC conductor resistance at 20°C<br>Ω/km | Electrostatic capacitance<br>μF/km | Aluminium screen |                            |                  | Copper wire/lead sheath |                            |                  | Copper wire/alu sheath |                            |                  | Corrugated Alu sheath |                            |                  | Lead sheath     |                            |                  |
|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|------------------|
|                                         |                          |                               |                                         |                                    | Sectional area*  | Outside diameter of cable* | Weight of cable* | Sectional area*         | Outside diameter of cable* | Weight of cable* | Sectional area*        | Outside diameter of cable* | Weight of cable* | Sectional area*       | Outside diameter of cable* | Weight of cable* | Sectional area* | Outside diameter of cable* | Weight of cable* |
| mm <sup>2</sup>                         | mm                       | mm                            | Ω/km                                    | μF/km                              | mm <sup>2</sup>  | mm                         | kg/m             | mm <sup>2</sup>         | mm                         | kg/m             | mm <sup>2</sup>        | mm                         | kg/m             | mm <sup>2</sup>       | mm                         | kg/m             | mm <sup>2</sup> | mm                         | kg/m             |
| 500 R                                   | 26.7                     | 31.5                          | 0.0366                                  | 0.12                               | 400              | 110                        | 13               | 195                     | 117                        | 25               | 240                    | 113                        | 15               | 860                   | 124                        | 15               | 1840            | 119                        | 34               |
| 630 R                                   | 30.3                     | 29.8                          | 0.0283                                  | 0.13                               | 400              | 110                        | 15               | 195                     | 117                        | 26               | 240                    | 113                        | 16               | 860                   | 124                        | 16               | 1850            | 119                        | 35               |
| 800 R                                   | 34.7                     | 27.7                          | 0.0221                                  | 0.15                               | 400              | 110                        | 16               | 195                     | 118                        | 28               | 240                    | 113                        | 18               | 860                   | 125                        | 18               | 1850            | 119                        | 36               |
| 1000 R                                  | 38.8                     | 25.8                          | 0.0176                                  | 0.17                               | 410              | 111                        | 18               | 195                     | 118                        | 29               | 240                    | 113                        | 19               | 860                   | 125                        | 19               | 1860            | 119                        | 38               |
| 1000 S                                  | 40.0                     | 24.6                          | 0.0176                                  | 0.18                               | 410              | 111                        | 18               | 195                     | 118                        | 30               | 240                    | 113                        | 20               | 860                   | 125                        | 19               | 1860            | 119                        | 38               |
| 1200 S                                  | 42.5                     | 25.3                          | 0.0151                                  | 0.18                               | 420              | 115                        | 20               | 185                     | 123                        | 32               | 240                    | 118                        | 21               | 930                   | 129                        | 21               | 1860            | 123                        | 40               |
| 1600 S                                  | 48.9                     | 25.8                          | 0.0113                                  | 0.20                               | 420              | 122                        | 26               | 170                     | 131                        | 39               | 230                    | 125                        | 27               | 1030                  | 137                        | 27               | 1840            | 130                        | 46               |
| 1600 S En                               | 48.9                     | 25.8                          | 0.0113                                  | 0.20                               | 420              | 122                        | 26               | 170                     | 131                        | 39               | 230                    | 125                        | 27               | 1030                  | 137                        | 27               | 1840            | 130                        | 46               |
| 2000 S                                  | 57.2                     | 25.5                          | 0.0090                                  | 0.22                               | 450              | 131                        | 29               | 155                     | 139                        | 44               | 230                    | 133                        | 30               | 1180                  | 146                        | 31               | 1840            | 138                        | 49               |
| 2000 S En                               | 57.2                     | 25.5                          | 0.0090                                  | 0.22                               | 450              | 131                        | 29               | 155                     | 139                        | 44               | 230                    | 133                        | 30               | 1180                  | 146                        | 31               | 1840            | 138                        | 49               |
| 2500 S En                               | 63.5                     | 25.8                          | 0.0072                                  | 0.24                               | 430              | 138                        | 35               | 140                     | 146                        | 51               | 220                    | 140                        | 37               | 1290                  | 154                        | 38               | 1860            | 144                        | 56               |
| 3000 S En                               | 70.0                     | 26.1                          | 0.0060                                  | 0.25                               | 420              | 145                        | 39               | 120                     | 154                        | 57               | 220                    | 148                        | 40               | 1450                  | 162                        | 42               | 1830            | 152                        | 59               |

\* Indicative value

R : round stranded  
S : segmental stranded  
S En : segmental stranded enameled

## Continuous current ratings (Amperes)

| Nominal section area | Laying conditions : Trefoil formation                             |                                                                                                           |                            |                                                                                                           |          | Laying conditions : Flat formation                                |                                                                                                           |                            |                                                                                                             |                 | Nominal section area |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------|
|                      | Earthing conditions<br><br>induced current in the metallic screen | Direct burial                                                                                             |                            | In air, in gallery                                                                                        |          | Earthing conditions<br><br>induced current in the metallic screen | Direct burial                                                                                             |                            | In air, in gallery                                                                                          |                 |                      |
|                      |                                                                   | <br>$\rho_T$ en K.m/VV |                            | <br>$\rho_T$ en K.m/VV |          |                                                                   | <br>$\rho_T$ en K.m/VV |                            | <br>$\rho_T$ en K.m/VV |                 |                      |
|                      |                                                                   | $\rho_T = 1,0$<br>T = 20°C                                                                                | $\rho_T = 1,2$<br>T = 30°C | T = 30°C                                                                                                  | T = 50°C |                                                                   | $\rho_T = 1,0$<br>T = 20°C                                                                                | $\rho_T = 1,2$<br>T = 30°C | T = 30°C                                                                                                    | T = 50°C        |                      |
| mm <sup>2</sup>      |                                                                   |                                                                                                           |                            |                                                                                                           |          |                                                                   |                                                                                                           |                            |                                                                                                             | mm <sup>2</sup> |                      |
| 500 R                | Without circulating current                                       | 735                                                                                                       | 630                        | 960                                                                                                       | 765      | Without circulating current                                       | 785                                                                                                       | 680                        | 1 065                                                                                                       | 850             | 500 R                |
| 630 R                |                                                                   | 825                                                                                                       | 705                        | 1 100                                                                                                     | 875      |                                                                   | 890                                                                                                       | 765                        | 1 235                                                                                                       | 990             | 630 R                |
| 800 R                |                                                                   | 910                                                                                                       | 780                        | 1 250                                                                                                     | 990      |                                                                   | 995                                                                                                       | 855                        | 1 420                                                                                                       | 1 135           | 800 R                |
| 1000 R               |                                                                   | 985                                                                                                       | 840                        | 1 385                                                                                                     | 1 100    |                                                                   | 1 095                                                                                                     | 935                        | 1 605                                                                                                       | 1 285           | 1000 R               |
| 1000 S               |                                                                   | 1 050                                                                                                     | 895                        | 1 490                                                                                                     | 1 180    |                                                                   | 1 160                                                                                                     | 990                        | 1 715                                                                                                       | 1 370           | 1000 S               |
| 1200 S               |                                                                   | 1 115                                                                                                     | 950                        | 1 600                                                                                                     | 1 270    |                                                                   | 1 245                                                                                                     | 1 060                      | 1 860                                                                                                       | 1 485           | 1200 S               |
| 1600 S               |                                                                   | 1 170                                                                                                     | 995                        | 1 720                                                                                                     | 1 360    |                                                                   | 1 320                                                                                                     | 1 125                      | 2 015                                                                                                       | 1 610           | 1600 S               |
| 1600 S En            |                                                                   | 1 255                                                                                                     | 1 065                      | 1 855                                                                                                     | 1 470    |                                                                   | 1 430                                                                                                     | 1 220                      | 2 195                                                                                                       | 1 755           | 1600 S En            |
| 2000 S               |                                                                   | 1 245                                                                                                     | 1 055                      | 1 890                                                                                                     | 1 495    |                                                                   | 1 430                                                                                                     | 1 215                      | 2 255                                                                                                       | 1 800           | 2000 S               |
| 2000 S En            |                                                                   | 1 360                                                                                                     | 1 150                      | 2 090                                                                                                     | 1 650    |                                                                   | 1 590                                                                                                     | 1 355                      | 2 540                                                                                                       | 2 025           | 2000 S En            |
| 2500 S En            |                                                                   | 1 470                                                                                                     | 1 245                      | 2 325                                                                                                     | 1 835    |                                                                   | 1 765                                                                                                     | 1 495                      | 2 880                                                                                                       | 2 295           | 2500 S En            |
| 3000 S En            |                                                                   | 1 510                                                                                                     | 1 275                      | 2 425                                                                                                     | 1 915    |                                                                   | 1 825                                                                                                     | 1 545                      | 3 025                                                                                                       | 2 410           | 3000 S En            |

Figura 7.2 data sheet di cavo estruso 380 kV (fonte: Nexans)

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 53 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## 7.2 Caratteristiche tecniche del terminale del cavo 380 kV

Il Codice di Rete fornisce precise indicazioni sulle caratteristiche che il terminale di cavo individuato deve rispettare, dal momento che risulta strettamente integrato a una struttura strategica nazionale.

### Terminale per cavo 380 kV in estruso

- conforme alle prescrizioni del Codice di Rete
- $U_n = 380 \text{ kV}$
- $U_m = 420 \text{ kV}$
- $I_n = 2000 \text{ A}$
- $I_{cc} = 31,5 \text{ kA}$
- $F_n = 50 \text{ Hz}$
- Tensione di tenuta a frequenza industriale = 630 kV
- Tensione di tenuta a impulso atmosferico = 1425 kV
- Tensione di tenuta a impulso di manovra = 1050 kV
- Carico di tenuta meccanica (cantilever strenght)  $\geq 3000 \text{ N}$
- Sezione del cavo in ingresso =  $2500 \text{ mm}^2$
- distanza tra le fasi adiacenti = 5,50 m
- isolatori portanti di tipo ceramico
- Linea di fuga (creepage distance)  $\geq 31 \text{ mm/kV}$
- Per i terminali in porcellana e composito, non è ammesso che il collegamento del conduttore-cavo al codolo sia realizzato con saldatura di tipo alluminotermica.
- Non è inoltre ammesso l'utilizzo di codolo di tipo bimetallico. Il codolo del terminale dovrà essere in rame per collegamenti con cavo in rame. Per cavi in alluminio il codolo dovrà essere in lega di alluminio

## 7.3 Modalità di installazione/posa

Il tracciato del cavo prevede tratti in terreno di tipo agricolo, e altri tratti sotto sede stradale. La definizione puntuale di tutti gli eventuali punti sensibili (attraversamenti, sottopassaggi, ecc.) verrà effettuata in fase di progettazione esecutiva.

Le tipologie individuate delle installazioni nei due casi descritti sono evidenziate nelle figure seguenti.

### ESEMPIO DI POSA IN PIANO IN TERRENO AGRICOLO

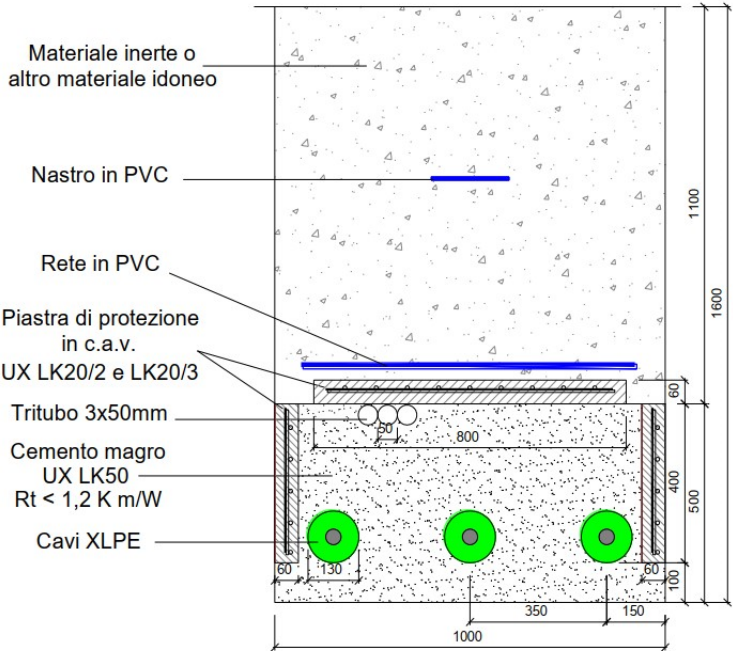


Figura 7.3 Esempio di posa del cavo 380 kV in terreno agricolo

### ESEMPIO DI POSA IN PIANO SU SEDE STRADALE

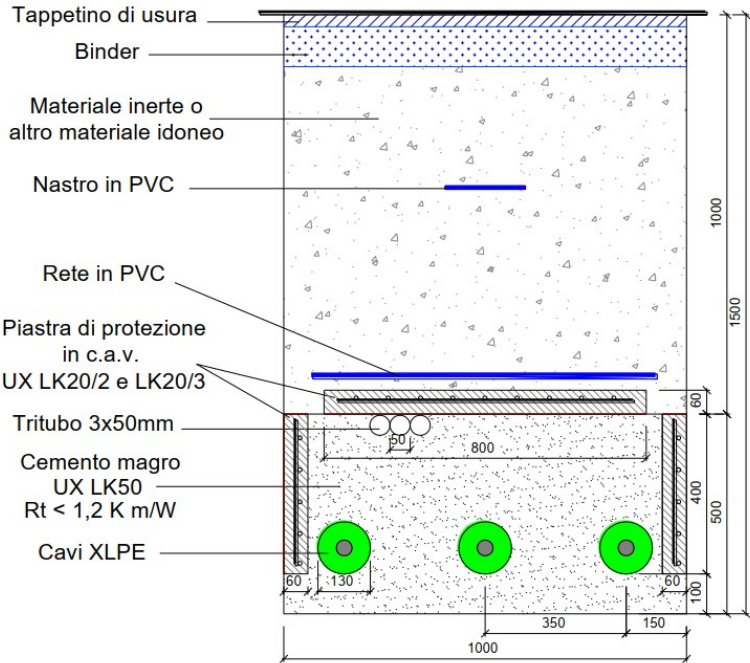


Figura 7.4 Esempio di posa del cavo 380 kV in sede stradale

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 55 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## 7.4 Buche giunti

Il cavo estruso a 380 kV viene fornito in pezzature, su bobine.

La quantità di cavo (lunghezza della pezzatura) che ogni bobina può contenere è legata al diametro esterno del conduttore e alle dimensioni massime ammesse per la bobina che lo contiene (vincoli di trasporto). In base a tali assunti, è stata individuata una lunghezza massima per pezzatura di circa 550 m, e conseguentemente si è stabilita in circa 500 m l'interdistanza tra due buche giunti successive.

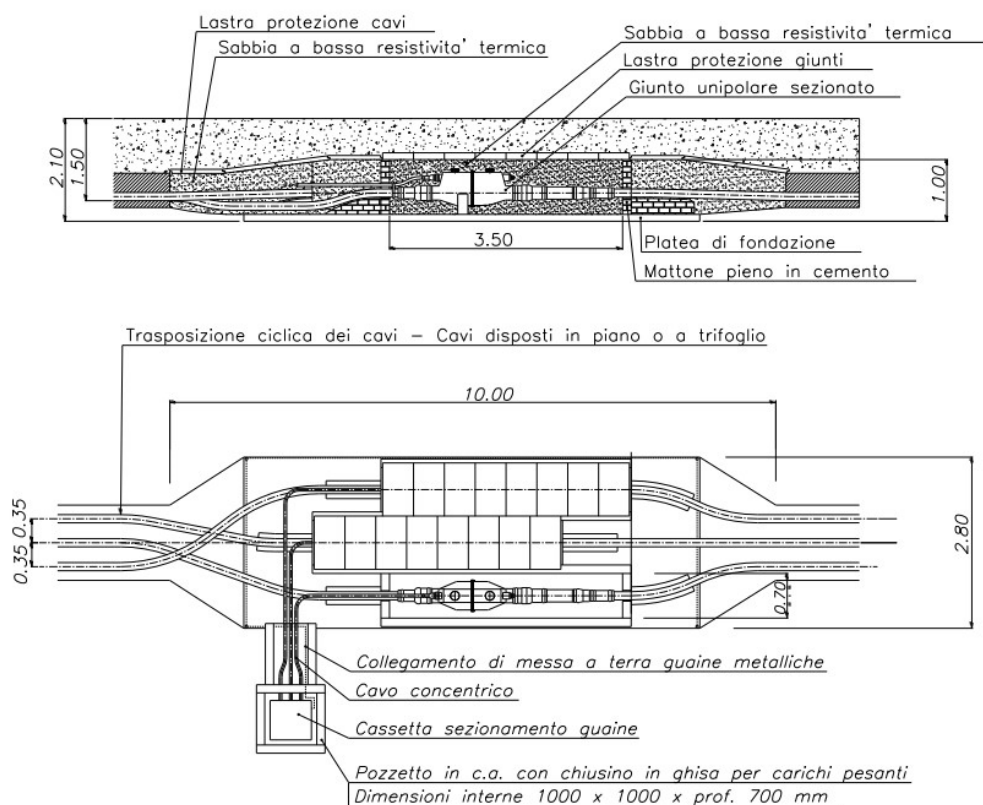
Le buche giunti sono costruzioni particolari, che permettono di poter effettuare le giunzioni tra i conduttori corrispondenti ma provenienti da diverse pezzature.

In aggiunta, in loro corrispondenza vengono eseguiti i collegamenti necessari al cross-bonding degli schermi dei cavi, con messa a terra e installazione di scaricatori a protezione.

In alcune buche giunti vengono anche realizzate le giunzioni delle fibre ottiche che corrono nel medesimo percorso dei cavi, e che garantiscono la comunicazione e lo scambio dati tra i dispositivi installati nelle stazioni di estremo.

Un esempio di buca giunti per cavo a 380 kV è rappresentata nella Figura 7.5.

### PARTICOLARE BUCA GIUNTO



**Figura 7.5 Esempio di buca giunti per cavo 380 kV**

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 56 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## 7.5 Cavi ottici

I cavi ottici che verranno posati lungo il percorso del cavo 380 kV sono essenziali per garantire la comunicazione tra le apparecchiature presenti ai due estremi del medesimo.

In particolare, una coppia di fibre dovrà essere riservata allo scambio dati tra i due terminali di protezione responsabili della funzionalità differenziale di cavo (87L), identici tra loro.

I dati caratteristici dei cavi ottici sono riportati nel seguito.

- 24 anime, con le seguenti caratteristiche:
  - Cavo per dorsale in fibra ottica 9/125  $\mu\text{m}$  OS2 indoor-outdoor con buffer di tipo “tight”.
  - Fibre ottiche monomodali 9/125  $\mu\text{m}$ , di tipo indoor-outdoor, conformi ai parametri di trasmissione specificati in ITU-T G.652D (B1.3 di IEC 60793-2-50).
  - Resistenza meccanica sufficiente per l'installazione in tubazioni.
  - Finestre di trasmissione a 850 e 1300 nm.
  - Attenuazione e larghezza di banda a 850 nm: 3,5 dB/km max - 500 Mhz/km
  - Attenuazione e larghezza di banda @ 1300 nm: 1,5 dB/km max - 500 Mhz/km
  - Attenuazione della fibra  $\leq 0,36$  dB/km (1310 nm) e  $\leq 0,22$  dB/km (1550 nm)
  - Codifica cromatica individuale dei conduttori ottici per una facile identificazione, come specificato in EIA/TIA 568B.3.
  - Raggio minimo di curvatura = 10 volte il diametro del cavo in funzionamento.
  - Materiali di riempimento interno per proteggere la fibra dallo schiacciamento.
  - Elementi di trazione periferici d+e 100% vetro.
- La guaina terminale del cavo deve avere proprietà a basso contenuto di fumi e zero alogeni (LSZH).
- Caratteristica della fibra ottimizzata OS2
  - Privo di alogeni, a bassa emissione di fumi e ritardante di fiamma.
  - Resistente ai raggi UV.
  - Con protezione impermeabile e a tenuta stagna.
  - Temperatura di esercizio (ambiente) da -20 a 60°C.
  - Con protezione in fibra contro l'umidità.
  - Per il funzionamento in caso di temporanea copertura d'acqua.

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 57 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- Completamente dielettrico, compreso l'elemento di tensione.
- Resistenza alla compressione del cavo a 10 cm pari almeno a 3400 N.
- A prova di roditori
- Di tipo armato, con nastro ondulato in acciaio al cromo rivestito di polimero, spessore indicativo 1,6 mm.
- Certificazione OTDR di ogni singola fibra, a collegamento ultimato.
- Posato in apposite tubazioni predisposte lungo lo scavo del percorso dei cavi AT in estruso.
- Comprensivo delle muffole di giunzione necessarie, collocate in corrispondenza delle buche giunti in funzione della lunghezza massima delle pezzature in singola tratta fornibili.

## 7.6 Moduli macchina autotrasformatori 380/150 kV da 250 MVA

Sono così definite le macchine elettriche alimentate dai montanti primari 380 kV.

I dati caratteristici delle due macchine di autotrasformazione identiche presenti nella stazione Sud sono i seguenti (numero pezzi indicato valido per ciascun modulo).

### 7.6.1 Autotrasformatore di potenza 250 MVA, 380/150 kV

- Omologato Terna A213
- CEI EN 60076
- Pn = 250 MVA
- Gruppo e collegamento Yyn0
- V<sub>max,prim</sub> = 420 kV
- V<sub>esercizio,prim</sub> = 380 kV
- V<sub>max,sec</sub> = 170 kV
- V<sub>esercizio,sec</sub> = 150 kV
- F<sub>n</sub> = 50 Hz
- OFAF
- V<sub>cc</sub>% = 11,6% sulla presa centrale (tolleranza ± 10%)
- OLTC 380 ± 5 x 2% kV, MR/ABB
- Corrente di tenuta al corto circuito = 63 kA

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 58 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- Corrente a vuoto = 0,1% di In a Vesercizio, 0,3% di In a 1,1 x Vesercizio

Tensioni di prova dell'avvolgimento primario:

-Tensione indotta di breve durata a freq. industriale (fase-terra) = 570 kV

-Tensione indotta di lunga durata a freq. industriale (fase-terra) = 412 kV

-Tensione di tenuta a impulso atmosferico=1300 kV

Tensioni di prova dell'avvolgimento secondario:

-Tensione di tenuta a frequenza industriale (solo neutro) = 140 kV

-Tensione di tenuta a impulso atmosferico=650 kV

-Isolatori passanti conformi a CEI EN 60137 e al Codice di Rete, allegato A.3, art. 9.7.12 per tensione massima dell'isolatore pari a 420 kV o 170 kV, rispettivamente per il primario e il secondario

- Linea di fuga (creepage distance)  $\geq 31$  mm/kV

- Salinità di prova = 56 kg/m<sup>3</sup>

- n° 01 pezzo

## 7.7 Trasformatori 150/30 kV da 100 MVA

Sono così definite le macchine elettriche alimentate dai montanti primari 150 kV.

I dati caratteristici delle tre macchine di trasformazione identiche presenti nella stazione Sud sono i seguenti (numero pezzi indicato valido per ciascun modulo).

### 7.7.1 Trasformatore di potenza 100 MVA, 150/30 kV

- CEI EN 60076

-Pprim = 100 MVA

-Psec=100 MVA

-Gruppo e collegamento YNd11

-Vmax,prim = 170 kV

-Vesercizio,prim = 150 kV

-Vmax,sec = 36 kV

-Vesercizio,sec = 30 kV

-Tensione di tenuta a frequenza industriale=325 kV

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 59 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

-Tensione di tenuta a impulso atmosferico=650 kV

-Fn=50 Hz

-ONAN/ONAF

-Vcc% = 14,6 % (sia al primario che al secondario)

- uscite lato MT sul lato corto di sinistra guardando dal lato dei terminali AT, con isolatore per attacco di cavi o barre di rame

- con controllo on-line dei gas disciolti (Hydrocal, CoreSense, Hydran o equivalente, con interfacciamento in fibra ottica multimodale e protocollo IEC 61850)

- Perdite secondo normativa vigente PEI

- n° 01 pezzo

## 7.8 Caratteristiche tecniche del cavo 150 kV

A differenza di quanto espresso per il cavo a 380 kV, per la tratta in oggetto è possibile scegliere il cavo e la sezione più opportuna in base a considerazioni tecniche non rigidamente obbligate dal Codice di Rete.

Il cavo in oggetto non è tenuto a garantire anche il flusso di potenza generato da potenziali utenti terzi collegabili alla stazione Nord (obbligo di connessione non dovuto), e pertanto la sezione scelta è quella tecnicamente valida ed economicamente più opportuna ovvero pari a 400 mm<sup>2</sup>, in rame.

Per comodità di reperimento nel mercato italiano, il cavo sarà comunque conforme alle prescrizioni generali del Codice di Rete.

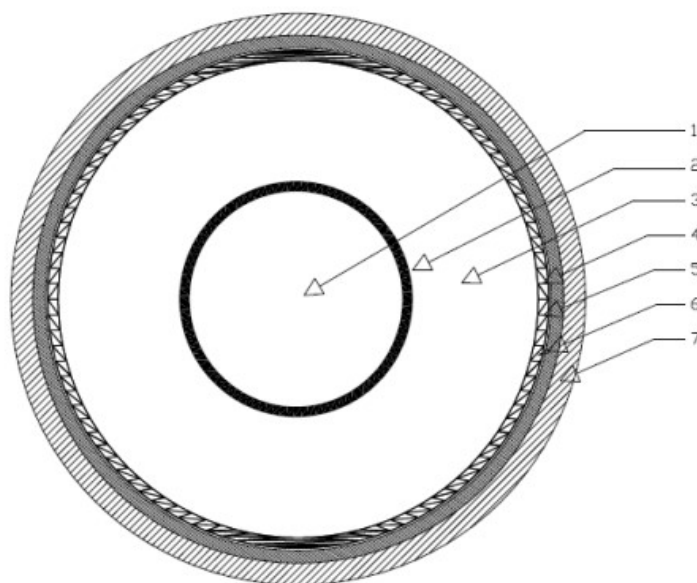
Le caratteristiche tecniche del cavo individuato sono le seguenti.

### Cavo 150 kV in estruso

- conforme alle prescrizioni del Codice di Rete
- conforme alle norme IEC 60840 e IEC 62067
- portate nominali calcolate secondo IEC 60287
- U<sub>0</sub> = 87 kV
- U<sub>n</sub> = 150 kV
- U<sub>m</sub> = 170 kV
- F<sub>n</sub> = 50 Hz
- corrente nominale 500 A

- sezione nominale 400 mm<sup>2</sup>
- corrente termica di corto circuito sullo schermo = 31,5 kA
- conduttore a corda rigida rotonda, compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato
- isolante costituito da uno strato di polietilene reticolato estruso XLPE insieme ai due strati semiconduttivi (tripla estrusione), che si posizionano tra conduttore e isolamento e tra isolante e schermo metallico
- schermo metallico in piombo o nastro di alluminio saldato eventualmente in combinazione con fili di rame ricotto non stagnato
- guaina esterna PE
- altre caratteristiche come evidenziato in giallo nella Figura 7.7

SEZIONE TIPICA DEL CAVO XLPE



| Item | Descrizione      | Dettagli                    |
|------|------------------|-----------------------------|
| 1    | Conduttore       | Corda in Alluminio          |
| 2    | Schermo          | Semi-conduttore estruso     |
| 3    | Isolamento       | XLPE estruso                |
| 4    | Schermo          | Semi-conduttore estruso     |
| 5    | Tamponamento     | Semi-conduttore igroscopico |
| 6    | Guaina metallica | Alluminio saldato           |
| 7    | Guaina esterna   | Polietilene                 |

Figura 7.6 sezione tipica di cavo estruso 150 kV

## Constructional data (nominal)

| Nominal section area | Conductor diameter | Thickness of insulation | DC conductor resistance at 20°C | Electrostatic capacitance | Aluminium screen |                            |                  | Copper wire/lead sheath |                            |                  | Copper wire/alu sheath |                            |                  | Corrugated Alu sheath |                            |                  | Lead sheath     |                            |                  |
|----------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|------------------|
|                      |                    |                         |                                 |                           | Sectional area*  | Outside diameter of cable* | Weight of cable* | Sectional area*         | Outside diameter of cable* | Weight of cable* | Sectional area*        | Outside diameter of cable* | Weight of cable* | Sectional area*       | Outside diameter of cable* | Weight of cable* | Sectional area* | Outside diameter of cable* | Weight of cable* |
| mm²                  | mm                 | mm                      | Ω/km                            | μF/km                     | mm²              | mm                         | kg/m             | mm²                     | mm                         | kg/m             | mm²                    | mm                         | kg/m             | mm²                   | mm                         | kg/m             | mm²             | mm                         | kg/m             |
| 400 R                | 23.2               | 20.8                    | 0.0470                          | 0.15                      | 180              | 82                         | 8                | 65                      | 88                         | 15               | 85                     | 85                         | 9                | 470                   | 95                         | 9                | 810             | 87                         | 17               |
| 500 R                | 26.7               | 19.5                    | 0.0366                          | 0.17                      | 190              | 83                         | 9                | 65                      | 89                         | 16               | 85                     | 86                         | 10               | 480                   | 96                         | 10               | 790             | 88                         | 18               |
| 630 R                | 30.3               | 18.5                    | 0.0283                          | 0.19                      | 190              | 85                         | 11               | 65                      | 91                         | 17               | 85                     | 87                         | 11               | 490                   | 98                         | 12               | 810             | 90                         | 20               |
| 800 R                | 34.7               | 17.6                    | 0.0221                          | 0.21                      | 200              | 88                         | 12               | 60                      | 94                         | 20               | 85                     | 90                         | 13               | 500                   | 101                        | 13               | 810             | 92                         | 21               |
| 1000 R               | 38.8               | 17.0                    | 0.0176                          | 0.23                      | 200              | 91                         | 15               | 55                      | 97                         | 22               | 85                     | 93                         | 15               | 550                   | 105                        | 16               | 780             | 95                         | 23               |
| 1000 S               | 40.0               | 16.7                    | 0.0176                          | 0.25                      | 170              | 92                         | 15               | 55                      | 99                         | 23               | 80                     | 95                         | 15               | 560                   | 107                        | 16               | 800             | 97                         | 24               |
| 1200 S               | 42.5               | 16.7                    | 0.0151                          | 0.26                      | 170              | 95                         | 16               | 50                      | 102                        | 25               | 80                     | 98                         | 17               | 580                   | 110                        | 18               | 800             | 100                        | 25               |
| 1600 S               | 48.9               | 16.4                    | 0.0113                          | 0.29                      | 180              | 101                        | 22               | 40                      | 108                        | 31               | 80                     | 104                        | 22               | 740                   | 117                        | 23               | 790             | 105                        | 30               |
| 1600 S En            | 48.9               | 16.4                    | 0.0113                          | 0.29                      | 180              | 101                        | 22               | 40                      | 108                        | 31               | 80                     | 104                        | 22               | 740                   | 117                        | 23               | 790             | 105                        | 30               |
| 2000 S               | 57.2               | 16.4                    | 0.0090                          | 0.32                      | 160              | 110                        | 25               | 25                      | 117                        | 35               | 75                     | 113                        | 25               | 870                   | 126                        | 27               | 830             | 114                        | 34               |
| 2000 S En            | 57.2               | 16.4                    | 0.0090                          | 0.32                      | 160              | 110                        | 25               | 25                      | 117                        | 35               | 75                     | 113                        | 25               | 870                   | 126                        | 27               | 830             | 114                        | 34               |

\*Indicative value

R : round stranded  
S : segmental stranded  
S En : segmental stranded enamelled

## Continuous current ratings (Amperes)

| Nominal section area | Earthing conditions         | Laying conditions : Trefoil formation                                                                     |                                                                                                           |                                        |          | Earthing conditions                                                                                        | Laying conditions : Flat formation                                                                          |                            |                                        |                 | Nominal section area |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|-----------------|----------------------|
|                      |                             | Direct burial                                                                                             |                                                                                                           | In air, in gallery                     |          |                                                                                                            | Direct burial                                                                                               |                            | In air, in gallery                     |                 |                      |
|                      |                             | induced current in the metallic screen                                                                    |                                                                                                           | induced current in the metallic screen |          |                                                                                                            | induced current in the metallic screen                                                                      |                            | induced current in the metallic screen |                 |                      |
| mm <sup>2</sup>      |                             | <br>$\rho_T$ en K.m/VV | <br>$\rho_T$ en K.m/VV |                                        |          | <br>$\rho_T$ en K.m/VV | <br>$\rho_T$ en K.m/VV |                            |                                        | mm <sup>2</sup> |                      |
|                      |                             | $\rho_T = 1,0$<br>T = 20°C                                                                                | $\rho_T = 1,2$<br>T = 30°C                                                                                | T = 30°C                               | T = 50°C |                                                                                                            | $\rho_T = 1,0$<br>T = 20°C                                                                                  | $\rho_T = 1,2$<br>T = 30°C | T = 30°C                               | T = 50°C        |                      |
| 400 R                | With circulating currents   | 640                                                                                                       | 550                                                                                                       | 835                                    | 665      | Without circulating current                                                                                | 710                                                                                                         | 615                        | 960                                    | 775             | 400 R                |
| 500 R                |                             | 715                                                                                                       | 615                                                                                                       | 955                                    | 760      |                                                                                                            | 810                                                                                                         | 700                        | 1 125                                  | 900             | 500 R                |
| 630 R                |                             | 860                                                                                                       | 740                                                                                                       | 1 145                                  | 910      |                                                                                                            | 920                                                                                                         | 795                        | 1 305                                  | 1 045           | 630 R                |
| 800 R                |                             | 780                                                                                                       | 670                                                                                                       | 1 065                                  | 845      |                                                                                                            | 835                                                                                                         | 715                        | 1 225                                  | 980             | 800 R                |
| 1000 R               | Without circulating current | 1 040                                                                                                     | 895                                                                                                       | 1 445                                  | 1 150    |                                                                                                            | 1 140                                                                                                       | 980                        | 1 700                                  | 1 360           | 1000 R               |
| 1000 S               |                             | 1 130                                                                                                     | 970                                                                                                       | 1 575                                  | 1 250    |                                                                                                            | 1 220                                                                                                       | 1 045                      | 1 815                                  | 1 455           | 1000 S               |
| 1200 S               |                             | 1 210                                                                                                     | 1 040                                                                                                     | 1 705                                  | 1 355    |                                                                                                            | 1 315                                                                                                       | 1 130                      | 1 980                                  | 1 585           | 1200 S               |
| 1600 S               |                             | 1 275                                                                                                     | 1 090                                                                                                     | 1 840                                  | 1 460    |                                                                                                            | 1 395                                                                                                       | 1 200                      | 2 160                                  | 1 730           | 1600 S               |
| 1600 S En            |                             | 1 375                                                                                                     | 1 180                                                                                                     | 1 990                                  | 1 580    |                                                                                                            | 1 520                                                                                                       | 1 305                      | 2 360                                  | 1 885           | 1600 S En            |
| 2000 S               |                             | 1 385                                                                                                     | 1 185                                                                                                     | 2 050                                  | 1 625    |                                                                                                            | 1 530                                                                                                       | 1 310                      | 2 435                                  | 1 945           | 2000 S               |
| 2000 S En            |                             | 1 535                                                                                                     | 1 315                                                                                                     | 2 290                                  | 1 815    | 1 725                                                                                                      | 1 480                                                                                                       | 2 750                      | 2 200                                  | 2000 S En       |                      |

Figura 7.7 data sheet di cavo estruso 150 kV (fonte: Nexans)

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 62 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## 7.9 Opere Civili

Le opere Civili comprenderanno le seguenti lavorazioni:

- scavi, rilevati, livellamenti, compattazioni ed eventuali opere di sostegno del terreno;
- opere di consolidamento, sostituzione, bonifica geotecnica del terreno (se necessarie);
- smaltimento dei materiali di risulta;
- realizzazione dell'edificio servizi;
- realizzazione di strade e piazzali;
- realizzazione dei basamenti in cemento armato;
- realizzazione della maglia di terra;
- realizzazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e degli scarichi idrici;
- realizzazione di cavidotti (in cunicolo in cemento armato e in tubazione di PVC);
- realizzazione Sottostazione Elettrica Utente 30/150/380 kV

### 7.9.1 Vie di transito e piazzali

Le vie di transito e i piazzali asfaltati saranno composti da:

- sottofondo in misto di cava dello spessore di 400 mm;
- base in misto stabilizzato dello spessore di 200 mm;
- strato di tout-venant bitumato debitamente rullato dello spessore di 70 mm (binder);
- tappetino d'usura debitamente rullato dello spessore di 30 mm;
- cordona in elementi di cemento vibro-compreso;
- nell'area delle apparecchiature elettromeccaniche, ghiaino di spessore 10 cm.

La sagoma trasversale della carreggiata e dei piazzali sarà realizzata in tratti rettilinei con pendenza verso i pozzetti di raccolta delle acque meteoriche.

La posa in opera del materiale sarà effettuata con una corretta umidificazione ed un adeguato costipamento, preceduto, se necessario, da un mescolamento per evitare la segregazione; essa non sarà eseguita durante periodi di gelo, di pioggia o su sottofondi saturi di umidità.

La posa in sottofondo sarà preceduta da accurata costipazione del terreno in posto e, laddove si possa verificare la dispersione del materiale di cava nel terreno, si interporrà un telo di tessuto non tessuto avente funzione di separazione.

Il costipamento degli strati di fondazione e di base verrà eseguito in strati di spessore adeguato al tipo e al rendimento dei mezzi costipanti adoperati, ma in ogni caso non superiore a 300 mm allo strato sciolto.

La dimensione massima dei grani costituenti sarà non maggiore della metà dello spessore finito dello strato costipato, e in ogni caso non superiore a 70 mm negli strati di fondazione e non superiore a 30 mm negli strati di base.

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 63 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

### 7.9.2 Maglia di terra

È prevista la realizzazione di un impianto di terra a servizio dell'edificio di cabina, che risulterà di fatto parte integrante del dispersore primario di sottostazione. L'impianto di terra sarà costituito da un dispersore lineare, ad anello, posato, in scavo predisposto, lungo il perimetro dell'edificio stesso e realizzato in corda di rame nuda da 125 mm<sup>2</sup>. Laddove possibile, sarà collegato ai ferri d'armatura, tramite saldatura alluminotermica o con appositi morsetti.

Al fine di realizzare l'equipotenzializzazione delle masse e delle masse estranee si dovrà provvedere a:

- Collegare all'impianto di terra principale la sbarra di terra dei quadri
- Posare lungo le pareti interne della cabina un anello equipotenziale in piatto di rame da 30x5 mm<sup>2</sup> collegato all'impianto di dispersione esterno
- Collegare tale anello alla rete elettrosaldata presente nella platea di fondazione almeno in corrispondenza degli angoli di ciascun locale.
- Collegare all'impianto di terra la carcassa del trasformatore MT/bt
- Collegare all'impianto di terra gli schermi dei cavi MT (linee in arrivo e linea tra scomparto MT e trasformatore)
- Collegare all'impianto di terra il centro stella del trasformatore MT/bt
- Collegare a terra eventuali canali e tubazioni metalliche relative agli impianti elettrici, qualora si posino al loro interno cavi sprovvisti di guaina esterna.

In base alla normativa vigente, l'impianto sarà da considerarsi correttamente dimensionato nei confronti della sicurezza delle persone.

### 7.9.3 Cavidotti

Saranno realizzati i cavidotti dedicati ai cavi AT, MT e BT in modo da garantire l'interconnessione delle apparecchiature AT, del trasformatore AT/MT e dei loro ausiliari con il fabbricato servizi.

I vari livelli di tensione dovranno seguire percorsi fisicamente separati. I cavidotti saranno costituiti essenzialmente da:

- cunicoli in cemento armato dotati di lastre di copertura;
- tubi in PVC serie pesante interrati e rinfiacati con calcestruzzo C12/15;
- pozzetti che potranno essere gettati in opera oppure di tipo prefabbricato;
- cunicoli gettati in opera in esecuzione carrabile.

### 7.9.4 Fondazioni

I basamenti delle strutture di sostegno delle apparecchiature elettromeccaniche saranno realizzati mediante la realizzazione in opera con utilizzo di calcestruzzo armato C30/37, di plinti armati con acciaio B450C, previo getto di magrone di sottofondazione in calcestruzzo C12/15.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 64 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

La fondazione del Trasformatore AT/MT sarà realizzata al fine di realizzare la raccolta dell'olio che può eventualmente fuoriuscire dal trasformatore o mediante base in c.a. con vasca di raccolta incorporata o una cisterna interrata separata dalla base del trasformatore e collegata a questa tramite una idonea tubazione; in entrambi i casi la capacità dovrà essere adeguata al volume dell'olio presente all'interno del trasformatore.

#### 7.9.5 Carpenteria metallica

La carpenteria metallica, in acciaio zincato a caldo, è rappresentata dai sostegni delle apparecchiature (TA, TV, Scaricatori, ecc.), nonché da profilati in acciaio, copertine cunicoli, bulloneria, piastre e accessori, bulloni di ancoraggio e tiranti di fondazione.

Le operazioni di movimentazione in cantiere della carpenteria di sostegno dovranno essere effettuate adottando tutte le precauzioni necessarie affinché non si danneggi la zincatura; allo scopo si dovranno utilizzare imbragaggi non metallici.

In genere la carpenteria è del tipo strutturale S275.

#### 7.9.6 Basamenti

I basamenti saranno realizzati mediante getto in opera di calcestruzzo armato C30/37 comprensivo di casseforme, armature in acciaio B450C, previo magrone di sottofondazione in calcestruzzo C12/15. La fondazione dei trasformatori sarà unica per tutte le tipologie di trasformatori in modo da consentire, senza opere civili aggiuntive, l'installazione di qualsiasi taglia di trasformatore fra quelli previsti.

Al fine di realizzare la raccolta dell'olio che può eventualmente fuoriuscire dal trasformatore sarà prevista o una base in c.a. con vasca di raccolta incorporata o una cisterna interrata separata dalla base del trasformatore e collegata a questa tramite un'idonea tubazione; in entrambi i casi, la capacità sarà adeguata al volume dell'olio presente all'interno di ogni trasformatore; per tale dimensionamento si considererà la massima taglia prevista per i trasformatori e l'eventuale presenza di più di un trasformatore in olio.

Sul lato MT del trasformatore AT/MT sarà predisposta anche la fondazione per il cavalletto di ammarro dei cavi MT che interconetteranno lo stesso trasformatore con il quadro MT dell'impianto fotovoltaico alloggiato nel locale dedicato del fabbricato servizi.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 65 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## 8 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

### 8.1 Cantieri, mezzi d'opera, depositi di materiali

#### 8.1.1 Norme generali di esecuzione

I cantieri, i depositi dei materiali da utilizzare e i mezzi d'opera da impiegare devono rispondere alle normative vigenti in materia, soprattutto in merito alla sicurezza, e finalizzati esclusivamente all'esecuzione delle opere appaltate.

#### 8.1.2 Cantiere

L'Appaltatore provvede all'installazione del cantiere. Su richiesta del Committente, l'Appaltatore deve consegnare al Committente stesso prima dell'allestimento le planimetrie con evidenziate le strade d'accesso, l'ubicazione delle baracche, dei prefabbricati e della loro destinazione, l'ubicazione dei mezzi e dei macchinari fissi e mobili, delle aree di deposito dei materiali da egli stesso approvvigionati, delle gru e di quant'altro necessario. Il Committente può dare in merito le proprie indicazioni a cui l'Appaltatore deve attenersi. Nelle planimetrie devono essere indicati eventuali impianti elettrici in tensione, nonché l'attraversamento di altri servizi (elettricità, acquedotti, telecomunicazioni ecc.). L'Appaltatore deve tenere a disposizione del Committente un locale per uso ufficio in una baracca o in un prefabbricato.

L'Appaltatore deve allestire il cantiere nel rispetto delle norme vigenti e garantendo il minimo disturbo alle aree limitrofe.

L'Appaltatore deve curare la tenuta del cantiere con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati devono essere accuratamente ordinati; i macchinari tenuti in efficienza ed in sicurezza, le baracche ben individuabili per destinazione d'uso. Deve essere tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere per tutta la durata dei lavori.

L'Appaltatore non deve in alcun caso introdurre, depositare o accantonare materiali, attrezzature e quant'altro di estraneo nei cantieri.

#### 8.1.3 Vie d'accesso

Se per l'accesso al cantiere si renda necessario la realizzazione di vie d'accesso, l'Appaltatore deve eseguirle a norma di legge, richiedendo le necessarie autorizzazioni alle competenti autorità e previo accordi scritti con i proprietari dei terreni interessati. Al termine dei lavori i terreni interessati dalle vie d'accesso devono essere di norma riportati allo stato precedente dell'opera, salvo diversa autorizzazione rilasciata dalle competenti autorità, dalla quale risulti che il Committente sia sollevato da qualsiasi responsabilità e da ogni onere di manutenzione, e con l'accordo scritto dei proprietari dei terreni interessati.

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 66 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

#### **8.1.4 Ponteggi e opere provvisionali**

Qualora si renda necessario utilizzare ponteggi e/o opere provvisionali, l'Appaltatore deve eseguirle a norma di legge, eseguendo o facendo eseguire (nei casi in cui ciò sia prescritto dalle Leggi vigenti) la preventiva progettazione a professionisti abilitati iscritti ad albo professionale, curando la loro installazione e lo smontaggio a fine lavori. Gli elementi costituenti i ponteggi devono essere accatastati in cantiere in modo ordinato e in sicurezza

#### **8.1.5 Macchinari e mezzi d'opera**

Tutti i macchinari ed i mezzi d'opera necessari all'esecuzione dei lavori devono essere tenuti in piena efficienza ed utilizzati dall'Appaltatore a norma di Legge. L'Appaltatore deve impiegare i mezzi per la movimentazione ed il trasporto di materiali e/o del personale a pie' d'opera con la dovuta diligenza e cautela, in relazione all'ubicazione ed all'accessibilità delle aree in cui deve eseguire i lavori.

#### **8.1.6 Custodia**

La custodia del cantiere e di quanto in esso contenuto, nonché di tutti i materiali e dei mezzi d'opera, è affidata all'Appaltatore.

#### **8.1.7 Sgombero**

Lo sgombero dei cantieri deve essere curato dall'Appaltatore con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati devono essere accuratamente rimossi e trasportati in sicurezza, le baracche smontate con ordine e cura. Deve essere tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere dopo lo sgombero. Le aree esterne eventualmente modificate per l'inserimento dei cantieri devono di norma essere riportate allo stato precedente l'opera.

### **8.2 Tracciamenti**

L'Appaltatore è integralmente responsabile dei tracciamenti che deve eseguire sul terreno per l'esecuzione delle opere appaltate. I tracciamenti devono rispettare dimensioni, proporzioni, allineamenti, quote, orientamenti planimetrici e spaziali di quanto contenuto nel Progetto. L'Appaltatore è altresì responsabile della tenuta e dell'identificazione dei tracciamenti nonché della loro completa cancellazione al termine di ciascuna lavorazione.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 67 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

### 8.3 Scavi e sbancamenti

#### 8.3.1 Norme generali di esecuzione

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 geotecnica di cui al D.M. 14/01/2008, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori.

Il Progetto contiene i dettagli relativi agli scavi (misure utili, posizione, tipologia, natura del terreno, presenza d'acqua ecc.) in base alle previsioni del Committente. Qualora in corso d'opera si manifestino situazioni non previste in Progetto, l'Appaltatore deve darne tempestiva comunicazione al Committente, che si riserva di rilevarne l'entità in contraddittorio con l'Appaltatore.

La profilatura delle sezioni di scavo deve avvenire su terreno originario; quindi, per asportazione e non per riporto di materiale. Gli scavi devono essere di norma eseguiti con mezzi meccanici; solo in casi esplicitamente prescritti e/o autorizzati dal Committente, possono essere eseguiti a mano (per esempio in prossimità di impianti, apparati o cavi anche fuori servizio che potrebbero essere facilmente danneggiati). L'eventuale esecuzione manuale degli scavi, necessaria ove è impossibile l'accesso di mezzi meccanici per impedimenti di natura fisica dei luoghi, per imprevisti, per rischi di elettrocuzione ecc., deve essere preventivamente autorizzata dal Committente.

L'Appaltatore deve predisporre ogni accorgimento ed impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di assoluta sicurezza. In particolare, deve eseguire, con propri criteri e nell'osservanza delle norme vigenti e/o specificatamente impartite dalle Autorità competenti, le opere necessarie a mantenere stabili ed all'asciutto gli scavi, le puntellature, sbadacchiature ed armature necessarie per contrastare in sicurezza le spinte dei terreni e delle acque di falda, onde garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti.

Ove possibile e previa autorizzazione del Committente, ovvero quando ciò sia necessario in relazione alla natura del lavoro, può essere consentito all'Appaltatore di sostituire le suddette opere di sostegno con la maggiore inclinazione delle pareti purché l'Appaltatore stesso fornisca al Committente idonea relazione di Geotecnico abilitato ed iscritto ad Albo Professionale.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 68 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

L'Appaltatore deve adottare ogni cautela atta a prevenire smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie smottate ed al ripristino delle sezioni di scavo prescritte dal Committente.

L'Appaltatore può essere tenuto ad effettuare, senza variazioni delle condizioni contrattuali, l'esecuzione di tutti gli scavi per successivi ripiani anziché per fronti a tutt'altezza. Nel caso in cui le condizioni del lavoro lo richiedano, l'Appaltatore è tenuto a coordinare le operazioni di scavo e quelle murarie. Il fondo dello scavo deve, di norma, essere adeguatamente compattato.

Qualora sia necessario variare forma e/o dimensioni degli scavi previsti nel Progetto, l'Appaltatore deve preventivamente informarne il Committente e ottenerne la specifica autorizzazione.

L'Appaltatore deve trasportare a discarica i materiali provenienti dagli scavi che ha eseguito; può eventualmente riutilizzarli, a compensazione, per rinterri e riporti secondo quanto previsto dal "PIANO DI UTILIZZO DI TERRE E ROCCE DA SCAVO". In nessun caso può accantonare (nemmeno temporaneamente) i materiali provenienti da scavi ingombrando in modo totale o parziale fossati, corsi d'acqua di qualsiasi specie, transiti ed accessi ecc.

### 8.3.2 Tipologie di scavo

#### 8.3.2.1 Scavo di sbancamento

Si definisce scavo di sbancamento quello da eseguire per avere ampie aree al di sotto del piano di campagna originario, accessibili almeno da un lato con automezzo, con formazione di eventuale rampa d'accesso.

#### 8.3.2.2 Scavo a sezione obbligata

Si definisce scavo a sezione obbligata quello da eseguire per dar luogo a muri, pilastri, vasche, plinti per supporti apparecchiature, fosse e cunette, destinato alla posa di cavi elettrici, tubazioni o condutture ed ubicato al di sotto del piano di campagna o del fondo di uno scavo di sbancamento. L'Appaltatore deve provvedere, a sua cura e spese, a contenere le pareti dello scavo mediante adeguate opere di sostegno e sbadacchiature.

#### 8.3.2.3 Trivellazione Orizzontale Guidata (Horizontal Directional Drilling)

È una tecnologia che consente la posa di tubazioni in polietilene o acciaio, destinate alla posa dei cavi elettrici. La posa avviene mediante una trivellazione, guidata elettronicamente dal punto di ingresso a quello di arrivo, e che permette di evitare scavi a cielo aperto.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 69 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

La posa potrà essere effettuata a secco oppure ad umido (con avanzamento coadiuvato da getto fluido costituito da acqua e bentonite), con le seguenti fasi di lavorazione:

- realizzazione di un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa; tali aste sono guidate alla quota e nella direzione voluta;
- allargamento del diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti, mediante utilizzo di un opportuno alesatore montato sulla testa di perforazione;
- ripristino finale dei punti di ingresso e di uscita.

Il Directional Drilling è dotato di un sistema di guida e manovra al fondo foro per il controllo ed il direzionamento della perforazione nel sottosuolo, secondo qualsiasi traiettoria.

#### 8.3.3 Presenza di trovanti

Si definiscono "trovanti" elementi lapidei incontrati nel corso di qualsivoglia scavo di dimensioni e pesi tali da non consentire la prosecuzione dello scavo con la benna dell'escavatore. Essi possono essere naturali (massi, scogli, frammenti rocciosi ecc.) o artificiali (fondazioni in cls o muratura interrata, tratti asfaltati e eventuali altre strutture ecc.). Per la prosecuzione dello scavo, i trovanti devono essere ridotti in macroframmenti di dimensioni trasportabili.

Qualora l'Appaltatore rilevi una presenza di trovanti non prevista in Progetto, deve darne tempestiva comunicazione al Committente per effettuarne la misurazione in contraddittorio.

#### 8.3.4 Presenza d'acqua

L'Appaltatore deve provvedere all'esecuzione di tutte le opere necessarie per l'aggottamento e l'allontanamento delle acque, di qualsiasi provenienza e di qualunque portata, allo scopo di mantenere asciutti gli scavi sia durante il periodo di esecuzione di essi che durante la costruzione delle opere previste entro di essi.

Qualora l'Appaltatore rilevi una presenza d'acqua non prevista in Progetto e non dovuta a drenaggio di acque superficiali o meteoriche, ma causata dalla natura permeabile dei terreni e dalla presenza di falda, deve darne tempestiva comunicazione al Committente per effettuarne la verifica in contraddittorio. Verificata l'imprevista presenza d'acqua, il Committente può disporre, anche su proposta dell'Appaltatore, modifiche al Progetto.

L'adozione di onerosi sistemi di aggottamento eventualmente conseguente all'imprevista presenza d'acqua è convenzionalmente classificata come segue:

- attrezzature speciali tipo "Wellpoint" o similari per deprimere la falda al di sotto della quota di fondo dello scavo per l'intera durata dei lavori all'interno dello scavo;

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 70 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- pompe in funzionamento continuo per mantenere lo scavo asciutto per l'intera durata dei lavori all'interno dello scavo.

## 8.4 Calcestruzzi

### 8.4.1 Norme generali di esecuzione

Tutti i calcestruzzi prodotti e/o comunque impiegati dall'Appaltatore devono:

- corrispondere alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche" nel testo legislativo in vigore;
- possedere tutti i requisiti prescritti nei documenti contrattuali e/o comunque necessari per essere idonei a realizzare le opere oggetto dell'appalto;
- essere gettati in opera con ogni accortezza, in modo omogeneo, ben dosato e ben vibrato, per rendere l'opera idonea allo scopo a cui è destinata.

Con l'esecuzione di essi, l'Appaltatore deve eseguire i provini ("cubetti") per le prove di compressione da tenersi presso Laboratori Ufficiali atte a stabilire la qualità dei getti come stabilito dalle Norme di Legge e dalle prescrizioni UNI in merito. Inoltre, su richiesta del Committente, l'Appaltatore è tenuto, con proprio personale ed a proprie spese, a prelevare i campioni di calcestruzzo nel corso del getto, nei momenti indicati dal Committente, e a provvedere alla confezione dei provini. Per i prelievi del calcestruzzo, la preparazione e la conservazione dei provini l'Appaltatore è tenuto a osservare anche le norme UNI in merito.

Oltre i controlli di cui sopra, il Committente si riserva il diritto di effettuare prove non distruttive. Qualora le resistenze caratteristiche ottenute con i procedimenti sopra indicati non corrispondessero a quelle richieste, l'Appaltatore può proporre al Committente l'esecuzione, a propria cura e spese, di controlli teorici e/o sperimentali della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non avente le caratteristiche richieste, sulla base della resistenza del conglomerato ovvero con prelievo di provini di calcestruzzo maturato ("carotaggi").

Il Committente si riserva il diritto di chiedere all'Appaltatore un'indagine statistica su tutte le opere interessate, con prelievo di campioni ed altri mezzi ritenuti idonei, al fine di controllare la riuscita dei manufatti. Se queste indagini dovessero dare risultati sfavorevoli, l'Appaltatore deve provvedere al rifacimento di tutte le opere contestate.

### 8.4.2 Componenti normali dei calcestruzzi

Tutti i componenti che concorrono alla formazione dei calcestruzzi (acqua, leganti, inerti, eventuali additivi ecc.) devono rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla parte "Materiali". I componenti devono essere conservati e maneggiati correttamente in modo da

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 71 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

trovarsi, al momento dell'uso, in perfetto stato di conservazione; devono inoltre essere dosati in modo da rispondere al criterio del migliore rapporto acqua/cemento al fine di ottenere calcestruzzi che:

- all'atto della posa siano lavorabili in ogni punto (specialmente attorno alle armature), e compattabili, con i previsti mezzi, in una massa omogenea ed isotropa;
- forniscano alle scadenze prescritte un materiale impermeabile e compatto, le cui serie di provini raggiungano le resistenze caratteristiche richieste.

#### 8.4.3 Additivi e componenti particolari dei calcestruzzi

Sostanze aeranti o fluidificanti o acceleranti della presa non possono essere in nessun caso impiegate senza la preventiva approvazione del Committente. Qualora l'aggiunta degli additivi, richiesta dall'Appaltatore, venga approvata dal Committente, questi vengono forniti dall'Appaltatore a propria cura e spese.

A meno che per particolari esigenze del Committente i documenti contrattuali del presente appalto non ne indichino specificatamente l'utilizzo, l'Appaltatore può proporre l'utilizzo di componenti e/o dosaggi speciali o particolari differenti da quelli di normale utilizzo. In tali casi l'Appaltatore deve accompagnare le proprie proposte con certificati di prova rilasciati da Istituti Ufficiali attestanti che, con gli inerti e le composizioni proposte, i calcestruzzi rispondano alle qualità necessarie per la realizzazione delle opere appaltate.

In ogni caso l'approvazione da parte del Committente non solleva in alcun modo l'Appaltatore dalla responsabilità integrale dell'ottenimento delle prescritte qualità del calcestruzzo; in qualunque momento una di esse cessi dall'essere ottenuta, il Committente può ritirare la propria approvazione e prescrivere che l'Appaltatore apporti, a tutte sue spese, le necessarie correzioni, ivi compreso l'aumento del dosaggio in cemento.

#### 8.4.4 Approvvigionamento e trasporto dei calcestruzzi

L'Appaltatore si può approvvigionare di calcestruzzo già confezionato presso impianti di produzione industriale purché la confezione e il trasporto avvengano rispettando le norme in materia e le prescrizioni UNI in merito, senza dar luogo a segregazione degli elementi o ad inizio della presa prima della posa in opera.

Sono a totale carico dell'Appaltatore tutti i provvedimenti atti ad assicurare che la temperatura del calcestruzzo all'uscita delle betoniere e all'atto della posa in opera si mantenga fra 7° C e 30° C.

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera dovranno comunque essere eseguite in modo da non

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 72 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

#### 8.4.5 Getti

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il Direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza e classe di consistenza.

##### 8.4.5.1 Programma dei getti

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 73 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;

la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

#### 8.4.5.2 Modalità di esecuzione

Prima dell'esecuzione del getto, saranno disposte le casseforme e le armature di progetto, secondo le modalità disposte dagli articoli ad esse relativi.

In fase di montaggio delle armature e dei casseri vengono predisposti i distanziali, appositi elementi che allontanano le armature dalle pareti delle casseforme tenendole in posizione durante il getto e garantendo la corretta esecuzione del copriferro.

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

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm.

Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad  $\frac{1}{3}$  del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 74 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti a evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche anti dilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;

|                                                                                                  |        |                   |                                                 |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNICA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 75 |
|                                                                                                  |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

Se si adopera calcestruzzo autocompattante, esso deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende comunque anche dalla densità delle armature.

#### 8.4.5.3 Getti in climi freddi

Si definisce clima freddo una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $\geq +5$  °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $\leq 0$  °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 76 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo. Nella tabella seguente sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

| Dimensione minima della sezione (mm <sup>2</sup> )                  |           |            |        |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------|
| < 300                                                               | 300 ÷ 900 | 900 ÷ 1800 | > 1800 |
| Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera |           |            |        |
| 13°C                                                                | 10°C      | 7°C        | 5°C    |

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2- 5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 77 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

#### 8.4.5.4 Getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 78 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo all'impasto additivi ritardanti.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi, il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### 8.4.5.5 Interruzioni del getto

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che mediante vibrazione si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine) o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 79 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore. Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del Direttore dei lavori.

#### 8.4.5.6 Compattazione

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Sarà effettuata pertanto la compattazione mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

#### 8.4.5.7 Stagionatura

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:
  - saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
  - la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0$  °C, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
- durante la messa in opera:
  - erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
  - erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
  - proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
  - ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
- dopo la messa in opera:
  - minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
  - la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70 °C;

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 80 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20 °C;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15 °C.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento alla norma UNI EN 206.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 81 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

## 8.5 Casseforme

Le casseforme devono avere le esatte forme e dimensioni previste dai disegni esecutivi e conformi al tipo eventualmente specificato nel progetto. Le casseforme ed i relativi sostegni devono avere dimensioni e rigidità sufficienti per resistere, senza deformazioni apprezzabili, al peso che devono sopportare ed alle azioni dinamiche prodotte dal costipamento e dalla vibrazione del calcestruzzo.

Nell'ancoraggio delle casseforme si deve tenere conto della spinta esercitata dal calcestruzzo fresco, in modo che i paramenti non presentino deformazioni e rigonfiamenti dovuti a cedimenti delle casseforme stesse.

Se i casseri sono fissati con dispositivi annegati all'interno del calcestruzzo, tali dispositivi devono essere tali da non lasciare elementi di fissaggio all'esterno del getto ed i relativi fori devono essere colmati al disarmo con una pastiglia di malta avente la medesima tinta del calcestruzzo circostante. E' vietato l'uso dei fili di ferro attorcigliati o raggruppati attraversanti il calcestruzzo destinato a restare a contatto con acqua.

La superficie dei casseri deve essere ad ogni impiego accuratamente ripulita e, se del caso, trattata per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e liscia.

Sono da curare in modo particolare i giunti fra i singoli elementi, per evitare la fuoriuscita della malta. Il Committente ha facoltà di ordinare casseri per paramenti a vista atti a fornire una superficie del getto perfettamente liscia, tale da non presentare una scabrezza superiore a quella di un normale intonaco civile e priva di tracce di liquidi disarmanti o simili.

Il disarmo dei getti deve essere eseguito nel rispetto delle norme di legge e delle prescrizioni del Committente.

Dopo il disarmo l'Appaltatore deve curare l'asportazione di tutte le sbavature; i rappezzi sono tollerati solo in casi eccezionali e sono eseguiti secondo le prescrizioni fornite a tale scopo dal Committente.

Ove fosse previsto l'uso dell'intonaco, la superficie dei getti deve essere rattivata subito dopo il disarmo e l'applicazione dell'intonaco deve seguire al più presto.

## 8.6 Armature per calcestruzzi

I tondi d'acciaio delle armature per i calcestruzzi devono rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla parte "Materiali" del presente documento.

Devono essere utilizzate esclusivamente barre nervate, non essendo ammesso l'uso di barre lisce. I tondi d'acciaio devono essere puliti e senza traccia alcuna di ruggine non bene aderente, di pittura, di grasso, di cemento o di terra.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 82 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

Il calcestruzzo deve essere gettato in modo da avvolgerne tutta la superficie con adeguato spessore. Le armature devono corrispondere ai disegni costruttivi per forma, dimensioni e qualità dell'acciaio. Le piegature devono essere effettuate a freddo, a meno di specifica autorizzazione del Committente che sancisca le modalità di piegature a caldo.

## 8.7 Strutture in acciaio

### 8.7.1 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. 17 gennaio 2018, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- b) 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;
- c) 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.

### 8.7.2 Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione

#### 8.7.2.1 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.

#### 8.7.2.2 Acciaio incrudito

Deve essere giustificato mediante specifica valutazione l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 83 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

#### 8.7.2.3 Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

#### 8.7.2.4 Problematiche specifiche

Oltre alle norme del D.M. 17 gennaio 2018, 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,

si può far riferimento a normative di comprovata validità.

#### 8.7.2.5 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.

#### 8.7.2.6 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.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 84 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrassessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

#### 8.7.2.7 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.

#### 8.7.2.8 Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati

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.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 85 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

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.

#### 8.7.2.9 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 sovrasollecitate 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;

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 86 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

- 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.

#### 8.7.2.10 Prove di Carico e Collaudo Statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i.

### 8.7.3 Acciaio per calcestruzzo armato

#### 8.7.3.1 Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 87 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

### 8.7.3.2 Reti e tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare, nelle due direzioni, 330 mm.

I tralicci e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature, eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq d \leq 16 \text{ mm}$ .

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm}$ .

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati deve essere effettuata a partire da materiale di base qualificato. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con quella dell'elemento base.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi.

Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, verificherà la presenza della predetta etichettatura.

### 8.7.3.3 Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e secondo quanto disposto al punto 11.3.2.12 del D.M. 17 gennaio 2018 devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

Il prelievo dei campioni va effettuato alla presenza del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 88 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

## 8.8 Fondazioni

Il Progetto definisce tipo, posizione ed orientamento delle fondazioni previste; eventuali varianti possono essere prescritte dal Committente e/o autorizzate dal Committente su motivata proposta dell'Appaltatore qualora ciò sia necessario, in relazione alla natura del terreno effettivamente riscontrato in sito.

Le pareti laterali delle fondazioni, anche nei punti più bassi, devono essere caserate in modo che nessuna di esse, durante il getto, venga a trovarsi a diretto contatto con il terreno laterale.

Fanno eccezione a questa norma le fondazioni parzialmente o totalmente in roccia costruite su progetto apposito, nelle quali il getto deve essere eseguito, parzialmente o totalmente contro roccia.

In casi particolari può essere necessario eseguire sottofondi, normalmente costituiti da sabbia, ghiaione o conglomerato magro. Tali sottofondi devono essere sempre preventivamente autorizzati, caso per caso, dal Committente.

Le fondazioni devono essere realizzate in scavi il cui fondo risulti essere composto da terreno compatto, completamente drenato e ripulito dalla melma. Qualunque imperfezione del piano deve essere corretta con getto di calcestruzzo magro su eventuale massicciata di costipamento la cui esecuzione è a cura e spese dell'Appaltatore. Qualora le imperfezioni del fondo non possano essere altrimenti eliminate, il Committente può autorizzare un getto di sottofondazione purché risulti inalterata la quota di imposta della fondazione.

Non è consentito, salvo casi eccezionali autorizzati dal Committente, eseguire getti di fondazione prima che sia stata completamente eliminata l'eventuale acqua presente nello scavo.

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 89 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

L'Appaltatore deve usare mezzi idonei a mantenere drenato lo scavo per tutta la durata delle operazioni di getto, ivi comprese le eventuali interruzioni e le successive operazioni di ripresa, e per almeno 8 (otto) ore dal completamento di ciascuna fondazione.

I getti devono essere fatti a regola d'arte ed è obbligatorio vibrare il calcestruzzo.

In ogni caso le membrature metalliche emergenti dalle fondazioni devono essere perfettamente pulite da ogni incrostazione.

## 8.9 Solai

Le norme di esecuzione contenute nel presente paragrafo si riferiscono sia ai solai orizzontali per la formazione dei piani, sia ai solai inclinati per la formazione di coperture o altre strutture.

Il Progetto definisce le caratteristiche dei solai, che di norma sono del tipo a struttura mista di laterizio e calcestruzzo armato con travetti prefabbricati in laterizio armato o in calcestruzzo armato precompresso.

Per i solai sia orizzontali che inclinati che venissero realizzati completamente in calcestruzzo armato, valgono le norme di esecuzione di cui al Capitolo Calcestruzzi del presente documento.

I travetti prefabbricati in calcestruzzo armato precompresso ed i blocchi forati in laterizio, devono rispondere alle caratteristiche richiamate al Capitolo Strutture prefabbricate in calcestruzzo del presente documento.

Per il calcestruzzo e le armature di completamento valgono le norme di esecuzione di cui a di cui al Capitolo Calcestruzzi del presente documento. In particolare il calcestruzzo deve essere confezionato di norma con cemento Portland R 325 limitando la pezzatura degli inerti in funzione delle dimensioni minime delle nervature e della cappa, e deve avere resistenza caratteristica non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo di completamento i laterizi devono essere bagnati sino a saturazione.

Il getto di completamento comprende anche la formazione della cappa, e deve essere eseguito in modo da ottenere la migliore aderenza tra il calcestruzzo e le superfici dei travetti, dei laterizi e dei tondi d'armatura.

I travetti devono essere opportunamente puntellati con rompitratta di interasse e sezione proporzionati al carico da sorreggere durante il getto del solaio.

## 8.10 Impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi tipo devono essere eseguite da personale specializzato, ponendo particolare cura ai contorni ed in vicinanza di tubazioni o canne passanti.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 90 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

La superficie di posa deve essere convenientemente preparata in relazione alla natura dell'impermeabilizzazione e si devono adottare tutti gli accorgimenti necessari per ottenere la perfetta adesione dell'impermeabilizzazione alle superfici di supporto.

L'esecuzione deve garantire l'impermeabilizzazione efficace e duratura delle superfici ricoperte con particolare attenzione in corrispondenza dei giunti, delle superfici verticali, delle superfici inclinate e pendenti e nei raccordi tra diverse pendenze, nonché in corrispondenza di punti singolari.

Per impermeabilizzazioni di tipo speciale o particolare, prescritti dal Committente o autorizzati dal Committente su proposta dell'Appaltatore, l'Appaltatore si deve attenere scrupolosamente ai criteri di realizzazione descritti nella documentazione tecnica del fornitore.

### 8.11 Murature

I materiali laterizi impiegati nelle murature devono rispondere alle caratteristiche di accettazione di cui alla parte Materiali. Essi, prima del loro impiego, devono essere bagnati a saturazione per immersione. Devono essere posti in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna sopra un abbondante strato di malta contro il quale devono essere premuti in modo che la malta stessa rifluisca all'intorno e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure deve essere compresa fra i 5 e i 10 mm.

Le murature di spessore minore o uguale a 13 cm devono essere eseguite con laterizi scelti, escludendo quelli incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo. Le pareti devono essere eseguite a corsi orizzontali e le due facce devono risultare perfettamente regolari, verticali e ben serrate contro le strutture superiori.

L'Appaltatore deve provvedere alla formazione di opportune piattabande in corrispondenza delle aperture, anche quando vengono preventivamente collocati i controtelai dei serramenti.

Gli spigoli e gli angoli di tutte le murature in laterizio devono essere a piombo con una tolleranza massima di 5 mm in rientranza o in sporgenza.

Tutte le murature devono essere convenientemente ammorsate e serrate contro le strutture adiacenti.

La malta da impiegarsi nella formazione di tutte le murature deve essere composta di norma con 500 kg di cemento Portland R 325 per m<sup>3</sup> di sabbia. La malta deve essere passata al setaccio per evitare che le connessure tra i mattoni risultino superiori ai limiti fissati.

Il Committente si riserva la facoltà di prescrivere, nel caso particolare di murature che possano venire a contatto con le acque di falda o di canale, l'uso di malta di cemento ferrico-pozzolánico e ciò senza aumento dei prezzi contrattuali delle murature.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 91 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

Le opere in corso di esecuzione devono essere protette dagli effetti nocivi del gelo, delle intemperie e della troppo rapida essiccazione.

## 8.12 Intonaci

### 8.12.1 Premessa

L'intonaco è il sottile strato di malta che riveste le strutture edilizie ed assolve sia alla funzione di proteggerle dall'azione disgregante degli agenti atmosferici e dai fattori ambientali del microclima interno come la condensa superficiale, sia di finitura esterna e interna alle stesse, per garantire una superficie sufficientemente regolare, complanare e priva di sporgenze.

Genericamente, nelle tecniche esecutive tradizionali, lo spessore è compreso tra 1,5 cm, per garantire una buona resistenza, e 2,5 cm, per evitare un accentuato ritiro e il suo distacco dovuto al peso proprio.

Nel caso di utilizzo di malte premiscelate, gli spessori del rivestimento sono ridotti, avendo componenti omogeneamente dosati, mentre aumentano negli intonaci per esterni e per di interventi di restauro in cui risulta indispensabile riproporre materiali, tecniche ed effetti appartenenti a tradizioni costruttive passate.

In definitiva con le attuali tecniche produttive ed esecutive possiamo fissare degli spessori in 1,5 cm per gli intonaci interni e in 2 cm per quelli esterni. Quando si utilizzano intonaci interni preconfezionati, applicati su fondi regolari di nuova costruzione, il rivestimento è assimilabile quasi ad una rasatura con spessori inferiori ad 1 cm.

### 8.12.2 I componenti dell'intonaco

La malta per intonaco è costituita da uno o più leganti quali cemento, calce idraulica, calce aerea, gesso, da un inerte fine (sabbia) e da acqua, con proporzioni adeguate al tipo di intonaco ed agli strati. Alcuni inerti, come la pozzolana, offrono un contributo attivo al composto, aggiungendo alla malta particolari qualità di idraulicità o di resistenza, mentre l'uso di leganti con un basso contenuto alcalino, come la calce, evitano la formazione di efflorescenze.

Il legante e l'inerte dovranno essere mescolati preventivamente a secco, mentre l'acqua sarà aggiunta gradualmente e in quantità adeguata, per limitare il ritiro idraulico, fino ad ottenere la giusta consistenza d'impasto.

Al composto potranno essere aggiunte anche sostanze additivanti per conferire particolari qualità o modificare alcune proprie della malta, ottenendo malte fortemente indurenti, ignifughe, impermeabilizzanti, non gelive, con potere termoisolante e fonoassorbente, con presa e indurimento accelerati o ritardati, con maggior lavorabilità o con minor ritiro.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 92 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

Le malte secche preconfezionate per intonaco, garantiscono composizioni molto omogenee della miscela e tempi di posa ridotti, poiché, in genere, per stendere il primo, o eventualmente i primi due strati, vengono utilizzate intonacatrici pneumatiche.

L'intonaco tradizionale è composto da tre strati:

1. il rinzafo ha la funzione di aggrappo al supporto e di livellamento di massima della superficie delle pareti;
2. l'arriccio concretizza il corpo dell'intonaco ed ha funzione prevalente di tenuta idrica e di resistenza meccanica;
3. la finitura, infine, crea la finitura superficiale e costituisce una prima barriera, comunque permeabile al vapore, alla penetrazione dell'acqua.

Per i descritti motivi la stesura dell'intonaco in fasi successive, con strati di spessore ridotto, agevola la penetrazione dell'aria, assicurando il processo di carbonatazione, ossia indurimento, della malta che avviene dall'esterno verso l'interno dell'intonaco. A questo processo collabora anche la sabbia; poiché contribuisce ad incrementare i fori capillari della struttura.

Quindi l'intonaco dovrà presentare una resistenza, nei vari strati, decrescente dall'interno verso l'esterno, e una porosità decrescente in modo inverso, favorendo il fondamentale scambio di vapore fra superficie interna ed esterna, contestualmente alla massima impermeabilità all'acqua

### 8.12.3 Normativa di riferimento

Le prescrizioni da tener presente per una corretta esecuzione dell'intonaco esterno ed interno, sono riportate nelle seguenti Norme UNI:

- UNI EN 998-1 che illustra le specifiche per le malte per intonaci interni;
- UNI EN 13914-1 e UNI EN 13914-2 che descrivono le modalità di progettazione, preparazione e applicazione di intonaci esterni e interni.

#### 8.12.3.1 Classificazione e tipologie di intonaco

Negli intonaci per esterni risulta prevalente la funzione protettiva, per cui si preferiscono malte che danno un'efficace difesa dagli agenti atmosferici, come quelle che hanno tra i principali leganti cemento e/o la calce idraulica e la sabbia silicea come inerte. Certamente sono da preferire intonaci a tre strati, perché assicurano rivestimenti con spessore accentuato ed è fondamentale che lo strato finale sia eseguito senza cavillature. Anche l'eventuale pigmentazione dovrà essere resistente all'azione degli agenti atmosferici.

Negli intonaci per interni hanno un ruolo prevalente le funzioni estetiche, igieniche e la necessità di evitare le asperità della muratura grezza. Per realizzare una superficie

|                                                                                                  |        |                   |                                                 |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNICA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 93 |
|                                                                                                  |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

perfettamente piana ed evitare la comparsa di fenomeni microfessurativi, è preferibile utilizzare malte a base di gesso o di calce aerea, o al limite semidraulica, che hanno ritiri minimi e una buona lavorabilità. Spesso a questo primo strato si può sovrapporre una rasatura a base di scagliola o altro materiale analogo.

#### 8.12.3.2 Intonaco civile

Rappresenta un intonaco a più strati con l'identificazione delle caratteristiche di ciascun strato e un'accurata finitura superficiale, detta frattazzatura fine, ovvero lisciatura tramite frattazzo e sabbia fine.

L'intonaco civile compare per lo più all'interno degli intonaci ordinari".

Abbiamo diverse varianti dell'intonaco civile, rispetto al tipo di finitura, alla protezione e durata che vogliamo conseguire. In particolare possiamo ottenere un intonaco caratterizzato da:

- un'ulteriore velatura con malta caratterizzata da sabbia finissima;
- dal solo rinzafo avente una granulometria grossa della sabbia, solo a protezione della muratura (intonaco rustico);
- dall'applicazione del solo arriccio con o senza rinzafo (intonaco grezzo).

#### 8.12.3.3 Intonaco rustico

Questo intonaco viene di norma utilizzato nell'edilizia di poco pregio, quando vi è la necessità di dare una protezione generica alle murature oppure quando è necessario coprire solo il supporto.

Per la preparazione dell'intonaco rustico si utilizza malta di cemento, per praticità di applicazione, elevata resistenza meccanica e capacità di coesione con la muratura. Per tale motivo l'aspetto finale sarà rugoso, scabro, irregolare, con una finitura superficiale decisamente irregolare, che potrà essere picchiettata, ancora fresca, con una scopa spuntata, o spianata in maniera grossolana con la cazzuola.

#### 8.12.3.4 Intonaco grezzo

L'intonaco grezzo viene in genere messo in opera per rivestire ambienti interrati, cioè dove occorre dare una protezione sommaria alle murature o semplicemente nascondere il supporto.

È generalmente preparato con della malta di cemento o malta bastarda a base di calce-cemento, che gli concede un aspetto marcatamente scabro, essendo lisciato grossolanamente con la staggia passata sulle fasce di riferimento per la planarità e lo spessore dell'intonaco (guide).

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 94 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

#### 8.12.3.5 Intonaci additivati

Gli intonaci additivati rappresentano quella tipologia di rivestimento che usano sia sostanze additivanti, come ad esempio acceleranti o ritardanti di presa, fluidificanti, per migliorare le possibilità esecutive del rivestimento, sia quella che utilizza prodotti per modificare le prestazioni del rivestimento quali materiali termo-isolanti, fonoassorbenti, ignifughi.

Nello specifico al normale composto di malta vengono aggiunti uno o più additivi durante la sua miscelazione, o si utilizzano degli intonaci contenenti già gli additivi definiti intonaci premiscelati.

#### 8.12.4 Modalità di esecuzione

Per una buona realizzazione di un intonaco è indispensabile, oltre alla scelta dei materiali componenti, dal tipo di stratificazione e dalla rigorosa posa in opera, rispettare le regole dell'arte, che andiamo ad elencare.

##### 8.12.4.1 Condizioni ambientali

L'esecuzione dell'intonaco dovrà avvenire nelle stagioni intermedie per evitare i danni determinati dal gelo o dal caldo eccessivo, infatti:

- nel primo caso vi potrà essere una repentina interruzione della fase di presa e la disgregazione dei materiali gelivi;
- nel secondo la rapida evaporazione dell'acqua dell'impasto, potrà accentuare il ritiro e alterare il processo di indurimento.

Per tale motivo nella preparazione dell'intonaco bisognerà rispettare questi parametri ambientali della temperatura e dell'umidità relativa:

- temperatura compresa tra i 5 e 35 °C;
- umidità relativa inferiore al 65%.

##### 8.12.4.2 Ponteggi

Per ottenere un rivestimento omogeneo dal punto di vista fisico e dell'aspetto, i ponteggi dovranno essere collocati ad una distanza di circa 20 cm dalla parete muraria, in modo da consentire la posa dell'intonaco senza soluzione di continuità, ed i collegamenti fra parete e ponteggi non dovranno obbligare a ripassi successivi.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 95 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

#### 8.12.4.3 Preparazione del supporto

Prima dell'applicazione dell'intonaco si dovrà verificare che il supporto murario abbia terminato il proprio assestamento e che sia omogeneo dal punto di vista della conducibilità termica e della capacità di assorbimento idrico, per cui:

1. andranno eliminati tutti i fenomeni evidenti di umidità nella muratura, poiché la loro presenza provoca danni allo strato di intonaco, come la disgregazione dei materiali gelivi che provoca l'aumento di volume delle particelle d'acqua alle basse temperature;
2. dovrà essere accuratamente pulita la superficie da intonacare, in particolar modo nel caso di vecchie strutture, eliminando ogni particella mobile spazzolando e/o lavando la muratura per eliminare la polvere che pregiudicherebbe la perfetta adesione della malta;
3. la muratura da intonacare andrà bagnata abbondantemente per evitare che, a causa del potere assorbente della muratura, la malta costituente l'intonaco venga impoverita della propria acqua di impasto e per eliminare l'aria negli interstizi e nelle microfessurazioni del supporto;
4. la superficie del supporto dovrà essere ruvida in maniera omogenea, per consentire un'efficace aderenza dell'intonaco. In presenza di murature in calcestruzzo, ossia di superfici lisce, si dovrà spruzzare la superficie del paramento con malta cementizia grassa o molto fluida, per ottenere un buon aggrappo per l'intonaco. Eventualmente si potranno disporre delle reti porta-intonaco opportunamente fissate al supporto, oppure mediante applicazione a pennello o a rullo di sostanze come l'acetato di polivinile, si potrà realizzare una pellicola in grado di far aderire meglio l'intonaco alla muratura.

Prima della stesura dell'intonaco si dovranno predisporre le maschere delle aperture che serviranno anche come ferma-intonaco, nonché si dovranno proteggere le scatole esterne dell'impianto elettrico e ogni altra predisposizione impiantistica, ovviamente da liberare prima che l'intonaco si sia indurito.

#### 8.12.4.4 Esecuzione degli spigoli vivi

Per una perfetta realizzazione degli spigoli si applicherà un listello rettilineo in legno che dovrà sporgere, rispetto alla parete da intonacare, tanto quanto le guide della stessa, appoggiando il regolo, eseguendo l'arricciatura, sulla guida più vicina e sul listello. Successivamente, prima che l'intonaco asciughi, si dovrà togliere il listello per fissarlo sulla parete intonacata, per farlo sporgere al livello delle guide della seconda parete, e procedere ad arricciare la superficie muraria fra la guida e il listello.

Quando l'intonaco avrà una certa consistenza, ma non completamente asciutto, si potrà togliere il listello: avremo uno spigolo ben definito, privo di segni di discontinuità fra il rivestimento delle due pareti.

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 96 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

Si adotterà questa procedura per rivestire sia le spalle delle aperture, sia le intersezioni fra pareti. Eventualmente, per rinforzare questi punti deboli potrà ricorrere a profili, generalmente metallici, opportunamente sagomati.

#### 8.12.4.5 Rinforzo dei punti deboli

Laddove si preveda la possibilità di frequenti urti bisognerà rinforzare l'intonaco mediante materiali più resistenti oppure introducendo reti di armatura nel suo spessore. Inoltre andranno sempre previsti dei profili metallici traforati, negli spigoli vivi, annegati a filo intonaco, che contribuiranno anche alla perfetta esecuzione dello spigolo stesso, e fungeranno da guida per entrambi i lati.

#### 8.12.4.6 Esecuzione dell'attacco a terra

Il distacco dell'intonaco a diretto contatto col terreno o con le pavimentazioni è tra i principali fenomeni del suo degrado dell'intonaco che si può presentare, motivo per cui bisognerà evitare che l'umidità e l'acqua piovana non ristagnino nelle suddette zone.

Servirà, quindi, dotare le pareti di zoccolature resistenti e, eventualmente, interrompere prima del contatto col terreno l'intonaco, proseguendo con ferma-intonaco e zoccoli di altro materiale o di malta resistente all'umidità.

#### 8.12.4.7 Giunti di dilatazione

L'esecuzione di questi giunti sarà necessaria per creare un'interruzione nelle parti di intonaco di notevole estensione, consentendo di ripartire i movimenti differenziali della propria massa, dovuti a dilatazioni e contrazioni termiche. Tali giunti, di norma, sono composti da due profili accostati in PVC rigido (oppure in acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata) con interposto un giunto plastico dal comportamento elastico.

#### 8.12.4.8 Giunti di frazionamento

Questi giunti, composti da profili in materiale analogo ai giunti di dilatazione, dovranno essere messi in opera nelle zone maggiormente esposte a tensionamenti, come gli angoli fra pareti, cambi di materiale nel supporto, zone con forte esposizione a fonti termiche, poiché consentiranno all'intonaco di seguire i movimenti differenziali dell'intonaco prodotti da cause termiche e/o statiche.

Ricordiamo che in presenza di intonaci armati con rete metallica, quest'ultima andrà ripartita in corrispondenza dei giunti di dilatazione e non di quelli di frazionamento.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 97 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

I giunti di frazionamento dovranno essere impermeabilizzati con mastici elastici e, come per quelli di dilatazione, non andranno ricoperti con intonaco.

#### 8.12.4.9 Protezione dell'intonaco fresco

Per evitare o limitare i danni all'intonaco da una rapida essiccazione che determina l'interruzione prematura del processo di presa e indurimento della malta, si dovranno proteggere le superfici murarie intonacate con teli bagnati o teli di plastica.

Si dovranno, inoltre, irrorare d'acqua la superficie dell'intonaco per almeno 8 giorni, evitando di bagnare nelle ore più calde della giornata, per evitare che l'intensa evaporazione possa incrementare il ritiro.

#### 8.12.4.10 Trattamento cromatico dell'intonaco

Tra i trattamenti cromatici dell'intonaco possiamo avere:

- la tinteggiatura superficiale;
- la posa di un ulteriore strato di finitura (sovrintonaco o rasatura) con materiali di diversa natura, facendo particolare attenzione al loro grado di traspirabilità;
- la colorazione in pasta con pigmenti inorganici immessi nell'ultimo strato (ad esempio la finitura pietrificante tipo Terranova);
- l'aggiunta sopra l'ultimo strato di inerti con particolari qualità cromatiche.

Inoltre esistono sovrintonaci o strati di rasatura finale che applicati su di un intonaco tradizionale con una particolare tecnica di spatolatura, riproducono effetti madreperlato o marmorini, oppure:

- rivestimenti a base di silicati, utilizzati sia come strato di finitura sia come sovrintonaco, caratterizzati da elevata traspirabilità, idrorepellenza e resistenza agli ambienti aggressivi urbani;
- rivestimenti a base di calce aerea additivata per la simulazione di intonaci a stucco, o quelli a base quarzosa o acrilica.

In ogni modo sarà indispensabile conseguire una compatibilità fra lo strato di finitura, o il sovrintonaco, e gli strati sottostanti. Infatti la base di intonaco dovrà essere più o meno lisciata a seconda della tipologia di prodotto da sovrapporre e, in alcuni casi, sarà necessaria, preventivamente, la stesura di un primer.

In genere questi prodotti saranno facilmente applicabili con i metodi tradizionali, cioè utilizzando la cazzuola grande quadra o il frattazzo, oppure con sistemi diversi come il rullo, la spatola, la spruzzatura, al fine di ottenere diversi effetti.

|                                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  <b>TECNIPAR</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 98 |
|                                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

#### 8.12.4.11 Accessori per la corretta posa in opera

Elementi quali guide, angolari-paraspigolo, coprifilo, bande d'arresto, giunti di dilatazione e di frazionamento, devono essere utilizzati rispettivamente per:

- facilitare la posa complanare e nel giusto spessore dell'intonaco;
- rinforzare o proteggere i punti critici del rivestimento come gli spigoli;
- terminare il rivestimento a intonaco in un qualsiasi punto della parete, anche in situazione angolare, come ad esempio nei vani finestra, ove occorra passare da un intonaco esterno a uno interno;
- creare una soluzione di continuità nel rivestimento.

Tali elementi sono in profilati forati o in lamiera stirata, quando vengono inglobati efficacemente nella malta, altrimenti, se utilizzati sopra l'intonaco, sono privi di forature. In genere sono realizzati in PVC, lamiera zincata, acciaio galvanizzato, acciaio inox, alluminio naturale, alluminio preverniciato o ferro battuto.

I profili in lamiera zincata sono adatti in presenza di malte a base di calce, calce-cemento, cemento, gesso, per le malte a base di gesso sono più indicati quelli in alluminio, mentre l'acciaio inox è il materiale più valido per gli ambienti esterni e in presenza di sostanze aggressive.

#### 8.12.4.12 Applicazione meccanica dell'intonaco

Con l'uso sempre più diffuso di intonaci premiscelati comprensivi di leganti, inerti ed additivi idonei ai diversi utilizzi, si riducono i rischi di errori nella miscelazione delle quantità dei componenti e si snelliscono le procedure di applicazione.

Infatti in presenza di materiali premiscelati confezionati in sacchi, per preparare e applicare la malta rapidamente, abbiamo la possibilità di utilizzare svariati macchinari, come ad esempio:

- l'impastatrice meccanica elettrica in batteria con un'intonatrice meccanica, per l'impasto automatico della miscela;
- l'intonatrice meccanica elettrica, avente un sistema pneumatico per il trasferimento del materiale sul luogo di applicazione e per spruzzarlo sulla parete.

Le intonatrici si differenziano a seconda che presentino:

- il trasferimento della malta già confezionata;
- il trasferimento per canali separati dell'acqua e della miscela secca con miscelazione finale in uscita: l'aria compressa la miscela di sabbia e legante in un tubo, alla cui estremità si trova una lancia con ugelli che spruzzano acqua nella quantità necessaria alla giusta lavorabilità (in questo caso la macchina funge anche da impastatrice).

|                                                                                   |        |                   |                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|---------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 99 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |         |

#### 8.12.5 Controllo del risultato finale

Anzitutto, si procede al controllo visivo delle superfici intonacate sotto l'azione della luce radente, poiché, nei limiti delle tolleranze consentite, la superficie finale dell'intonaco dovrà risultare:

- piana e priva di irregolarità evidenti;
- priva di fessurazioni a vista, di screpolature o sbollature superficiali;
- senza fenomeni di efflorescenza;
- con perfetta adesione al supporto sottostante e non dovranno, inoltre, presentare alterazioni evidenti nelle eventuali tinte sovrapposte.

Dopo aver verificato la verticalità e la planarità dell'intonaco, si potrebbe effettuare il controllo della effettiva regolarità geometrica del rivestimento, avendo come riferimento i seguenti parametri:

- verifica della verticalità  $\leq 5$  mm mediante filo a piombo;
- verifica della planarità locale (scarto rispetto al piano teorico)  $\leq 4$  mm mediante l'uso del regolo di un metro applicato in tutti i sensi sulla parete;
- verifica della rettilineità degli spigoli e dei giunti (scarto rispetto alla linea media, per piano o per altezza di vano)  $\leq 5$  mm.

### 8.13 Vespai

I vespai devono essere formati con pietrame di qualità idonea alla corretta esecuzione del Progetto e di pezzatura superiore a  $150 \div 200$  mm.

L'Appaltatore deve utilizzare preferenzialmente ciottolame di forma tondeggiante, oppure quello proveniente da impianti di frantumazione avendo cura di lavarne bene le superfici. Il pietrame viene posto in opera a mano sia per la formazione di opere in piano, che per la formazione di drenaggi a tergo delle murature in elevazione o di sostegno.

Nel caso di vespai in piano, per evitare qualsiasi cedimento, il terreno d'appoggio deve essere spianato e ben costipato con mezzi meccanici e, se prescritto nel Progetto, su di esso deve essere steso uno strato di sabbia di 10 cm di spessore, considerato a tutti gli effetti facente parte del vespaio. I vespai a tergo di muri in elevazione o di sostegno devono essere dotati di idonei drenaggi.

### 8.14 Sottofondi

I sottofondi costituiti da materiali provenienti da cava devono essere posti in opera a strati successivi di spessore proporzionato alla natura del materiale ed ai mezzi di costipamento usati. Sottofondi isolanti speciali devono essere posti in opera secondo le indicazioni delle ditte

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 100 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

fornitrici dei materiali e con l'impiego di manodopera specializzata. I piani destinati alla posa di pavimenti devono essere spianati mediante sottofondi di malta di cemento in modo che la superficie di posa risulti perfettamente piana e parallela a quella del pavimento da eseguire.

## 8.15 Impianti e ausiliari

### 8.15.1 Rete e impianto di messa a terra

L'intero complesso necessario per la messa a terra di tutte le apparecchiature facenti parte di un impianto primario può essere così suddiviso:

- Rete orizzontale di terra ("maglia di terra")
- Collegamenti di messa a terra ("derivazioni")

Il Progetto descrive il complesso di messa a terra in base alle condizioni di calcolo previste, prescrivendo le caratteristiche della maglia, degli eventuali dispersori ausiliari, dei collegamenti di messa a terra, le sezioni, le dimensioni e la tipologia.

Tutte le prescrizioni ed i riferimenti contenuti nel presente documento ed in tutti i documenti relativi all'appalto, inerenti i collegamenti di terra, si intendono validi anche per i collegamenti di protezione ed i collegamenti equipotenziali.

L'Appaltatore è tenuto alla fornitura di tutti i materiali necessari (ad eccezione dei soli materiali eventualmente fornitigli dal Committente), ivi compresi quelli per l'esecuzione delle giunzioni, derivazioni, attestazioni con capicorda e collegamenti flessibili; alla fornitura e posa in opera di eventuali graffette di fissaggio e della bulloneria necessaria in acciaio inox; alla sagomatura, al taglio di lunghezza idonea, alla pulitura delle estremità della corda di rame; all'applicazione dei capicorda; all'esecuzione di eventuali forature ed operazioni di saldatura, curando il ripristino della zincatura e quanto altro occorra a dare il collegamento finito.

A lavori finiti, i vari collegamenti devono assicurare un'efficiente e duratura continuità elettrica e meccanica e risultare nel loro complesso ben ordinati ed accuratamente sagomati.

Gli attrezzi per l'installazione dei morsetti a compressione sia di giunzione che di terminazione devono essere di tipo idraulico o meccanico, adatti alla sezione dei conduttori interessati, e corredati di idonee matrici.

Il martello pneumatico usato dall'Appaltatore per l'infissione degli eventuali picchetti deve essere dotato d'apposito battitore con testa a bicchiere adatta alle aste da infiggere.

La maglia di terra prevista nel Progetto può essere ampliata prolungando i lati di magliatura per un'estensione variabile in relazione alla resistività del terreno ed alla corrente da disperdere.

L'Appaltatore deve eseguire i lavori in tempi e modalità tali da prevenire la possibilità di furti dei materiali.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 101 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

#### 8.15.2 Rete orizzontale di terra (“maglia di terra”)

La rete orizzontale di terra (“maglia di terra”) è di norma del tipo a maglia quadra, realizzata in corda rame (Cu) di sezione non inferiore a 63 mm<sup>2</sup>, i cui lati di maglia sono fra loro connessi in corrispondenza degli incroci adottando idonei giunti a morsetto del tipo bifilari a compressione. Se richiesto dal Committente, la maglia di terra può essere realizzata in più fasi successive.

La maglia di terra deve essere realizzata interrata, a profondità di circa 0,5 ÷ 1,00 m, secondo le disposizioni impartite dal Committente, in un “bauletto” di terreno vegetale di sezione cm 40 x 40 appositamente realizzato.

I collegamenti ai picchetti di profondità devono essere eseguiti per mezzo di morsetti di dimensioni adeguate per assicurare una resistenza meccanica e termica equivalente a quella degli stessi picchetti.

#### 8.15.3 Collegamenti di messa a terra (“derivazioni”)

L’Appaltatore deve effettuare i collegamenti di terra delle apparecchiature e delle strutture metalliche secondo le indicazioni ed i dettagli esecutivi riportati nel Progetto. Dopo aver realizzato la “maglia di terra”, l’Appaltatore deve predisporre i collegamenti equipotenziali di essa alle varie apparecchiature con corda di rame di sezione non inferiore a 70 mm<sup>2</sup>, agli scaricatori AT con conduttore isolato di rame di sezione non inferiore a 150 mm<sup>2</sup>, agli scaricatori MT con conduttore isolato di rame di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup>. Altri collegamenti alla maglia di terra devono essere realizzati con cavo unipolare flessibile in rame (tipo NO7V-K o diverso se prescritto dal Progetto) di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, opportunamente attestato tramite elementi di connessione a compressione, ovvero con connessioni flessibili in rame stagnato di pari sezione.

I collegamenti sono connessi da una estremità alla maglia di terra, con morsetti bifilari a compressione, e dall’altra sono connessi alle apparecchiature dopo l’installazione di esse, secondo le modalità di cui alla parte “CONNESSIONE DI APPARECCHIATURE E STRUTTURE METALLICHE AI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA”.

A tale scopo, fino alla realizzazione delle connessioni con le apparecchiature, i collegamenti devono restare emergenti in superficie o interrati a 20-30 cm dalle apparecchiature stesse. Essi devono essere portati in superficie nei punti richiesti, senza deformazioni, eventualmente con adeguati supporti, e avere lunghezza sufficiente a raggiungere i punti di connessione previsti; i percorsi devono essere il più possibile rettilinei e senza deformazioni.

#### 8.15.4 Impianto di terra Impianto fotovoltaico

In corrispondenza delle strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, dovrà essere posato un dispersore orizzontale di terra costituito da una corda nuda di rame (tipicamente

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 102 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

della sezione di 50 mmq) che sarà collegata a mezzo di morsetti e con legature con filo di ferro, all'armatura in acciaio del palo della struttura. La corda di rame si collegherà poi mediante appositi morsetti, alla corda di rame posata nelle trincee dei cavidotti BT, che a loro volta andranno a collegarsi all'anello di corda di rame posato intorno alle Cabine di Campo e alla Cabina di Smistamento, collegate a loro volta ad un anello di corda nuda di rame posato all'interno di una trincea al di sotto della viabilità perimetrale del Campo Fotovoltaico.

#### 8.15.5 Canalizzazioni di servizio per cavi elettrici

I manufatti destinati al passaggio di condutture elettriche possono essere costituiti da elementi realizzati in opera e/o prefabbricati. Essi devono essere conformi al Progetto e rispettare, per il loro particolare uso, tutte le prescrizioni di Legge vigenti in materia, le norme CEI.

#### 8.15.6 Impianti elettrici civili

Vengono di seguito descritte le norme tecniche di esecuzione e di valutazione degli impianti elettrici civili (illuminazione e forza motrice interna ed esterna dell'edificio e dell'area).

Tali norme hanno carattere generale, ma si intendono integralmente sostituite qualora ai documenti contrattuali siano aggiunti dei Capitolati Tecnici specifici per tali impianti ad integrazione del presente documento.

Gli impianti elettrici civili devono essere eseguiti secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente nei documenti contrattuali.

Qualora nel Progetto non sia stato eseguito il dimensionamento illuminotecnico di tutti o parte degli impianti, esso deve essere eseguito dall'Appaltatore.

I cavi devono essere forniti ed installati secondo le prescrizioni di cui alla parte "Collegamenti Elettrici" del presente documento.

Gli impianti elettrici civili devono comunque rispondere pienamente alle norme CEI che si intendono come qui trascritte integralmente ed integralmente accettate dall'Appaltatore.

#### 8.15.7 Impianto di illuminazione esterna

Per impianto di illuminazione esterna si intende il complesso dei corpi illuminanti previsti dal Progetto da realizzare al di fuori dell'edificio, e che possono essere costituiti da proiettori montati su sostegni di varia altezza (ivi comprese le "torri faro") o fissati su superfici esposte all'esterno di muri e pareti. L'accensione e lo spegnimento dei corpi illuminanti è comandato da apposito quadro elettrico (posto di norma all'interno dell'edificio), eventualmente predisposto per l'illuminazione a settori e dotato di timer o fotocellula per l'automatizzazione del funzionamento.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 103 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Di norma il posizionamento, l'interasse e l'altezza dei proiettori sono elementi vincolanti, in base ai quali la potenza dei corpi illuminanti deve essere dimensionata in modo da garantire la corretta illuminazione (in base all'utilizzo e alle eventuali prescrizioni di Legge) delle aree illuminate.

I sostegni possono essere di acciaio zincato o verniciato o d'altro metallo e/o leghe (le basi dei sostegni metallici, da infiggere nel basamento, devono essere protette dalla corrosione con manicotti termo-restringente o con idonee protezioni), oppure in resina o altro materiale plastico idoneo alle sistemazioni in esterno; ciascun sostegno deve avere alla base una morsettiera dove si attestano i cavi di alimentazione.

A lavori ultimati si deve provvedere ad un controllo notturno, alla presenza del Committente, per la verifica dei livelli luminosi e per l'eventuale orientamento dei proiettori, al fine di ottenere le migliori condizioni d'illuminamento.

#### **8.15.8 Impianti speciali**

Vengono di seguito descritte le norme tecniche di esecuzione e di valutazione di impianti vari e speciali.

Tali norme hanno carattere generale, ma si intendono integralmente sostituite qualora ai documenti contrattuali siano aggiunti dei Capitolati Tecnici specifici per tali impianti ad integrazione del presente documento.

Gli impianti vari e speciali devono essere eseguiti secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente nei documenti contrattuali.

Qualora nel Progetto non sia stato eseguito il dimensionamento e la specificazione puntuale di tutti o parte degli impianti, esso deve essere eseguito dall'Appaltatore.

Gli impianti vari e speciali devono comunque rispondere pienamente alle norme di Legge in vigore in merito ad essi e ad i loro scopi.

In particolare, i tracciati si devono sviluppare secondo i disegni di dettaglio o le prescrizioni del Committente, in base agli elementi che stabiliscono le ubicazioni dei centri luminosi con relativi dispositivi di comando, apparecchi di riscaldamento, rubinetti ecc. Ogni parte elettrica, servomeccanismo, telecomando, ecc. deve rispondere alle norme CEI, che s'intendono integralmente trascritte ed accettate dall'Appaltatore.

I punti di rilevazione, ovunque siano posti (negli ambienti, sulle porte, sulle finestre, sui cancelletti di ingresso ecc.) si ottengono con apparecchiature elettroniche applicate su supporti adeguati, inossidabili e non causanti interferenze con altri impianti. Tutte le derivazioni avvengono all'interno di cassette stagne (di norma con grado di protezione IP56, in plastica

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 104 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

termoindurente ed autoestinguente). Tutti gli impianti sono di norma alimentati, collegati e cablati con cavi e conduttori protetti da tubi PVC serie pesante di colore grigio, posato con staffe o fascette di materiale anti-ossidante, oppure in scavi di minima entità.

Tutte le viterie, gli alloggiamenti, le chiesuole, le copertine, i tettucci e quant'altro deve essere realizzato con materiale adeguato, di norma non ossidante e che non si alteri nel tempo.

#### 8.15.8.1 Impianti termici, climatici, di areazione, di ventilazione

Gli impianti termici, climatici, di aerazione, di ventilazione ecc. comprendono tutto quanto necessario per la regolazione termica e ambientale dei locali in cui devono essere realizzati. Essi devono rispondere alle normative vigenti e l'Appaltatore deve eseguire la fornitura e posa in opera di tutti gli apparecchi di riscaldamento, condizionamento, raffreddamento, climatizzazione, ricambio aria ecc. nei punti previsti e nel rispetto delle normative vigenti in merito.

#### 8.15.8.2 Impianti telefonici, citofonici, videocitofonici, antintrusione e allarme

Gli impianti telefonici, citofonici, videocitofonici, antintrusione e allarme devono essere ciascuno indipendente da tutti gli altri e comprendono tutto quanto necessario per il loro corretto funzionamento. In particolare gli impianti antintrusione e allarme devono essere indipendenti dagli altri e possedere adeguati gruppi di continuità e batterie ricaricabili.

#### 8.15.8.3 Impianti di segnalazione e spegnimento incendi, segnaletica di sicurezza

Gli impianti di segnalazione e spegnimento incendi comprendono tutto quanto necessario per la rilevazione, segnalazione e spegnimento degli incendi secondo le normative vigenti. L'Appaltatore deve eseguire la fornitura e posa in opera di tutti gli apparecchi di rilevazione fumi, segnalazione incendi, spegnimento nonché tutti gli estintori, i naspi, gli idranti e quant'altro, fissati all'edificio in appositi alloggiamenti e con appositi sostegni e supporti.

Nei locali dove deve essere installato un impianto di spegnimento a gas inerti si devono realizzare anche gli impianti di "lavaggio" e ricambio aria, con tutte le segnalazioni esterne ed interne prescritte dalle normative in materia.

L'Appaltatore deve inoltre fornire e sistemare in opera, nei punti necessari, cartelli monitori per la segnaletica di sicurezza e le targhe indicatrici realizzati nel rispetto del Progetto, delle prescrizioni del Committente e di tutte le altre norme e prescrizioni in queste richiamate e secondo le indicazioni impartite dal Committente. La posa deve avvenire mediante tasselli ad espansione, viti, rivetti o nastri d'acciaio inox; in alcuni casi é necessario applicare dei supporti in alluminio o realizzare segnaletiche luminose con incorporato apparecchio illuminante.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 105 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

### 8.16 Strade marciapiedi e piazzali

L'andamento e la sagomatura del piano stradale di strade, marciapiedi e piazzali da asfaltare e rendere carrabili o pedonali sono descritti nel Progetto. Le caratteristiche tecniche e di accettazione dei materiali devono rispondere a quanto prescritto nella parte "*Materiali*" del presente documento nonché a documenti tecnici specifici (per esempio CNR – "Commissione di studio per i materiali stradali", fascicoli 2/1951, 3/1958, 4/1953, 7/1957, 19/1970, 24/1971).

L'Appaltatore deve procedere alla predisposizione, al livellamento ed alla compattazione del terreno e/o del riporto (di norma di spessore non inferiore a  $20 \div 25$  cm dopo la compattazione) nonché alla scarnifica di eventuali sedi stradali preesistenti (per una profondità media di norma non inferiore a  $20 \div 25$  cm) eseguita prevalentemente a macchina.

Quindi l'Appaltatore deve eseguire i tracciati in base al Progetto e deve realizzare la fondazione stradale con materiale misto stabilizzato (per esempio "tipo A CNR-UNI 10006") per lo spessore medio indicato dal progetto. La stesa avviene in strati successivi di spessore massimo 20 cm in soffice, e superficie conforme alla sagoma prevista per l'opera finita. La costipazione del materiale avviene mediante rullo compressore di  $16 \div 18$  t, previa innaffiatura, compattato fino a raggiungere adeguata densità (per esempio non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHTO modificata, oppure fino ad ottenere un valore del modulo di deformazione, ricavato da prova di carico su piastra secondo CNR 9/67, non inferiore a 80 N/mm<sup>2</sup>).

### 8.17 Pavimentazioni in asfalto

L'Appaltatore deve eseguire ogni altra lavorazione per rendere la superficie idonea a ricevere la bitumatura mediante apposito lavaggio e pulizia della superficie già compattata.

Se previsto dal Progetto, tra la massicciata e gli strati bituminosi superiori l'Appaltatore deve inserire su tutta la superficie un "nastro antivegetativo geotessile" in fibra poliestere non tessuto di peso non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>.

Deve procedere alla realizzazione dello strato portante (tout-venant bituminoso), con spandimento e sagomatura mediante macchina rifinitrice, di conglomerato bituminoso formato con idonei inerti e bitume a caldo (di norma con dosatura uguale o maggiore del 4% riferita al peso degli aggreganti) e comunque deve raggiungere i previsti valori di stabilità e compattezza. La posa in opera è completata da rullatura con compressore da eseguirsi partendo dai bordi verso il centro.

Deve eseguire infine il tappeto di usura in conglomerato bituminoso con idonei inerti e con bitume a caldo (di norma con dosatura uguale o maggiore del 5,5% in peso), disteso previo attacco allo strato sottostante con Kg. 0,500 di emulsione bituminosa a caldo al 55% per ogni

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 106 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

m<sup>2</sup>., mediante vibrofinitrice, rullato e ricoperto di polvere di marmo o di roccia asfaltica, compresa cilindratura, da realizzarsi possibilmente in tutte le direzioni e sistemazione dei bordi. Le ondulazioni o irregolarità misurate con asta di 4 m devono essere contenute in 6 mm.

Gli strati di conglomerato bituminoso devono garantire un'elevata resistenza all'usura superficiale, una sufficiente ruvidezza, e una elevata compattezza e impermeabilità totale.

Gli asfalti non possono essere eseguiti in caso di bagnato o temperature inferiori a 5°C. Per temperature tra i 5 e 10°C devono essere convenientemente elevate le temperature dei conglomerati.

Durante la preparazione, il bitume impiegato nella miscela deve essere scaldato alla giusta temperatura onde consentire l'uniforme distribuzione in tutto l'impasto (con temperatura alla quale il bitume mantenga una viscosità di 75 ÷ 150). Il bitume non deve mai essere immagazzinato ad una temperatura superiore a 175°C e non deve essere scaldato oltre tale temperatura nel corso delle operazioni cui è sottoposto nell'impianto.

Al termine delle operazioni, si deve eseguire la rullatura e la finitura. Eventuali operazioni a mano possono essere effettuate solo per la formazione di marciapiedi asfaltati.

Particolare attenzione deve essere posta dall'Appaltatore per la fornitura e posa in opera degli elementi di delimitazione (cigli, in materiali lapidei o in conglomerati prefabbricati ecc.), di raccolta e smaltimento acque (caditoie, griglie, chiusini ecc.), di pozzetti per servizi vari con relative coperture, nonché nell'esecuzione di lavori stradali intorno ad essi.

#### 8.17.1 Pavimentazioni in altri materiali

Se previsto dai documenti contrattuali, strade, marciapiedi e piazzali possono essere realizzati con pavimentazioni particolari (piastrelle bitumate e non, pezzami di porfido o di altro materiale lapideo, cubetti di porfido o basalto "sanpietrini" con o senza inserti in materiale lapideo chiaro per realizzazione disegni geometrici o ornamentali) per la realizzazione delle quali l'Appaltatore deve far riferimento alle prescrizioni del fornitore o alle norme d'esecuzione "a mano" della tradizione.

### **8.18 Preparazione agraria del terreno**

#### 8.18.1 Prescrizioni Generali

Tutti gli interventi di sistemazione a verde dovranno essere eseguiti da personale qualificato, in numero sufficiente e con attrezzature adeguate per il regolare e continuativo svolgimento delle opere.

|                                                                                                               |        |                   |                                                 |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>COMUNE DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 107 |
|                                                                                                               |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le operazioni di piantagione, l'Appaltatore, per mantenere il luogo più in ordine possibile, è tenuta a rimuovere tempestivamente tutti i residui di lavorazione (es. rifiuti vari, erba sfalcata, residui di potatura, frammenti di pietre e mattoni, spezzoni di filo metallico, imballaggi e contenitori, ecc.) e gli utensili inutilizzati.

I materiali di risulta allontanati dal cantiere dovranno essere portati alla discarica pubblica o su aree predisposte dall'Appaltatore a sua cura e spese e nel rispetto delle norme vigenti.

A fine lavori tutte le aree pavimentate e gli altri manufatti, che siano stati in qualche modo imbrattati di terra o altro, dovranno essere accuratamente ripuliti.

L'Appaltatore è tenuto alla conservazione e alla cura (anche con interventi di dendrochirurgia) delle eventuali piante esistenti sull'area della sistemazione che, a tale scopo, gli verranno consegnate con regolare verbale della Direzione dei Lavori.

Tutta la vegetazione esistente indicata per la sua conservazione dovrà essere protetta con recinzioni e barriere, provvisorie ma solide, da urti e rotture alla corteccia, dall'eccessivo calpestio, dal traffico e dal parcheggio di autoveicoli. L'Appaltatore dovrà usare la massima cautela ogni volta che si troverà a lavorare nei pressi delle piante esistenti per non arrecare danni alle radici e inutili tagli o rotture ai rami; particolare cura dovrà essere anche posta per non soffocare gli alberi a causa dell'interramento del colletto con materiale da costruzione o materiale di scavo. Tutte le radici che a causa dei lavori rimangono esposte all'aria devono, per impedirne l'essiccamento, essere temporaneamente ricoperte con adatto materiale (juta, stuoie, etc.) bagnato e mantenuto tale fino al reinterro, operazione questa alla quale l'Impresa è tenuta a provvedere il più breve tempo possibile.

Nel caso di trasferimenti o spostamenti di piante esistenti in un'altra parte del cantiere, oppure in luogo idoneo, la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di fare eseguire in economia, con manodopera specializzata e sotto la guida di un tecnico dell'Impresa, la preparazione delle piante (zollatura o incassamento) almeno un anno prima dell'inizio dei lavori, compreso le eventuali operazioni di potatura, al fine di garantire la migliore ripresa vegetativa delle stesse.

Nel caso che il progetto di sistemazione ambientale preveda movimenti di terra di una certa importanza, l'Appaltatore è tenuto a provvedere alla rimozione e all'accantonamento, nel luogo indicato dalla Direzione dei Lavori, dello strato superficiale (+/- 30/40 cm.) del suolo fertile, salvo che condizioni agronomiche o fitopatologiche del terreno, determinabili con opportune analisi, non richiedano la completa sostituzione. Le quantità eccedenti e l'eventuale altro materiale di scavo saranno accantonati nel luogo e secondo le modalità indicate dalla Direzione dei Lavori, la quale darà anche indicazioni per eseguire le relative analisi del terreno, al fine di stabilirne la natura per eventuali interventi.

|                                                                                                               |        |                   |                                                 |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>COMUNE DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 108 |
|                                                                                                               |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

I risultati delle analisi determineranno, in relazione al tipo di piantagione da effettuare:

- il grado di utilizzabilità del terreno in sito;
- il tipo di terra vegetale o il miscuglio di terreni da usare;
- il tipo e le percentuali di applicazione dei fertilizzanti per la concimazione e degli altri eventuali materiali necessari per la correzione e la modifica della granulometria del suolo.

L'Appaltatore è tenuto a raccogliere campioni di concime (soprattutto organico non industriale) e a presentarli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, che deciderà se sottoporli o meno alle analisi di laboratorio.

Gli esiti delle prove determineranno il tipo e la percentuale di concime da applicare; nel caso che non si sia ritenuto necessario effettuare le analisi, queste indicazioni saranno fornite direttamente dalla Direzione dei Lavori. I volumi minimi di applicazione del concime sono stabiliti invece fra le procedure di preparazione agraria del terreno e di messa a dimora delle piante.

L'Appaltatore è tenuto, se richiesta, a presentare, perché vengano approvati dalla Direzione dei Lavori, campioni di acqua da ogni fonte di approvvigionamento che intende usare. La qualità dell'acqua, anche se approvata, deve essere periodicamente controllata sotto la responsabilità dell'Appaltatore.

#### 8.18.2 Lavorazione del Suolo

Su indicazione della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà eseguire una lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria per consentire un'appropriata piantagione secondo gli elaborati di progetto. Questa lavorazione, che preferibilmente deve essere eseguita con mezzi meccanici, può variare a seconda delle condizioni del suolo, da un'aratura di profondità ad una fresatura o vangatura superficiale per uno spessore minimo di 30 cm. Nel corso di questa operazione l'Appaltatore dovrà eliminare:

- altre parti sotterranee residue di vegetazione erbacea infestante, nonché, di piante arboree ed arbustive già eliminate;
- materiale roccioso grossolano;
- rifiuti incorporati al terreno, e allo scopo di ottenere una prima movimentazione del terreno, utile per migliorarne la struttura con successive lavorazioni, soprattutto se fortemente compatto (ad es. vecchi prati).

La lavorazione deve essere eseguita con il terreno a giusto grado di umidità, secondo le consuetudini della buona tecnica agronomica, rispettando le indicazioni fornite per la tutela delle piante preesistenti da conservare.

|                                                                                                               |        |                   |                                                 |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>COMUNE DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 109 |
|                                                                                                               |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Nel caso si dovesse imbattere in ostacoli di rilevanti dimensioni (grosse pietre, rocce affioranti, ecc.) che presentano difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura (cavi, fognature, tubazioni, ecc.), l'Appaltatore, prima di procedere nel lavoro, deve chiedere istruzioni specifiche alla Direzione dei Lavori: ogni danno ai suddetti manufatti ed ogni altro nocumento, conseguente alla mancata osservazione di questa norma, dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'Appaltatore fino a completa soddisfazione del Committente.

#### 8.18.3 Preparazione delle Buche, Fossi e Aiule

Le buche ed i fossi per la piantagione delle essenze vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza della pianta da mettere a dimora, e cioè avere larghezza e profondità almeno pari a due volte e mezzo il diametro della zolla. In ogni caso non dovranno mai essere inferiori alle seguenti misure:

- buche per alberi di medie dimensioni: cm 100x100x100;

Per le piantine in fitocella saranno preparate delle piccole buche al passaggio dell'operatore che non necessiteranno di riporti di terreno se non la sua costipazione intorno al colletto della pianta

Per le buche e i fossi che dovranno essere realizzati su un eventuale preesistente tappeto erboso, l'Appaltatore è tenuto ad adottare tutti gli accorgimenti necessari per non danneggiare il prato circostante.

Lo scavo delle buche dovrà essere effettuato in modo da recuperare, per riutilizzarlo per il riempimento delle buche stesse, l'eventuale strato superficiale di terreno vegetale.

Se le piante verranno messe a dimora in tempi successivi oppure, qualora già scavate le buche, le piantumazioni dovranno essere differite, ad evitare pericoli per l'incolumità di persone e mezzi, l'Appaltatore dovrà ricolmare le buche con la stessa terra, avendo cura di invertire gli strati e di non costiparla.

Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o, a insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, non ritenuto idoneo, dovrà essere allontanato dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree predisposte dall'Appaltatore a sua cura e spese nel rispetto delle norme vigenti e del e del d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

Nella preparazione delle buche e dei fossi, l'Appaltatore dovrà assicurarsi che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici, non ci siano ristagni di umidità e deve provvedere affinché lo scolo delle acque piovane superficiali avvenga in modo corretto.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 110 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Nel caso, invece, fossero riscontrati gravi problemi di ristagno l'Impresa provvederà, su autorizzazione della Direzione dei Lavori, a predisporre idonei drenaggi secondari che verranno contabilizzati a parte e potranno essere realizzati in economia.

La preparazione delle aiuole per la messa a dimora di alberi dovrà rispettare il generale andamento delle fasi di lavoro riguardo ai tempi e alle modalità di esecuzione.

Qualora le aiuole siano preesistenti, vuote o da svuotare dalle vecchie piante, l'Appaltatore dovrà tenere conto degli eventuali manufatti edilizi esistenti (cordonature, pavimentazioni), evitandone il danneggiamento se essi devono essere conservati.

#### **8.18.4 Apporto di Terra Vegetale**

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Appaltatore, sotto la sorveglianza della Direzione dei Lavori, dovrà verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione in caso contrario dovrà apportare terra di coltura (terra vegetale) in quantità sufficiente a formare uno strato di spessore minimo di cm 20 per i prati, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti, curando che vengano frantumate in modo adeguato tutte le zolle e gli ammassi di terra che altrimenti potrebbero alterare la giusta compattezza e impedire il buon livellamento.

La terra vegetale rimossa ed accantonata nelle fasi iniziali degli scavi sarà utilizzata, secondo le istruzioni della Direzione dei Lavori, come terra di coltura insieme a quella apportata.

Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno comunque essere approvate dalla Direzione dei Lavori.

### **8.19 Messa a dimora delle piante**

#### **8.19.1 Messa a Dimora delle Piante**

Il periodo per la messa a dimora delle piante va stabilita in base alle specie vegetali impiegate, ai fattori climatici locali e alle condizioni di umidità del terreno; in linea generale deve corrispondere al periodo di riposo vegetativo, dalla fine dell'autunno all'inizio della primavera, sono da evitare i periodi di gelo.

Le piante fornite in contenitore si possono posare in qualsiasi periodo dell'anno, escludendo i mesi più caldi, in questo caso occorre prevedere le necessarie irrigazioni ed ombreggiamenti.

Le piante fornite in zolla o radice nuda andranno messe a dimora esclusivamente nel periodo di riposo vegetativo (dal mese di ottobre a quello di marzo circa). Alcune specie sempreverdi si possono piantare anche nella fase di riposo vegetativo estivo.

|                                                                                                                  |        |                   |                                                 |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>MUNICIPIO DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 111 |
|                                                                                                                  |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Qualche giorno prima della messa a dimora degli alberi, l'Appaltatore dovrà preparare le buche che dovranno essere almeno 1,5 volte le dimensioni del pane di terra da contenere.

Nello scavo della buca si dovrà fare attenzione a non costipare il terreno circostante le pareti o il fondo della stessa buca, in particolare dopo l'uso di trivelle occorrerà smuovere il terreno sulle pareti e sul fondo della buca per evitare l'effetto vaso.

Alcuni giorni prima della piantagione, l'Appaltatore dovrà procedere al riempimento parziale della buca con terra e torba, predisponendo in modo che le piante poggino la zolla su uno strato idoneo di miscuglio terra-torba ben assestato.

Prima della messa a dimora degli alberi occorrerà procedere ad una concimazione localizzata sul fondo della buca evitando il contatto diretto con la zolla.

Nel caso in cui il progetto o la Direzione dei Lavori prevedano l'uso di micorrize o biostimolanti questi dovranno essere messi a contatto diretto con le radici, in modo uniforme.

Per le piante erbacee invece le buche andranno preparate al momento della piantagione in base al diametro del vaso delle piante da mettere a dimora.

Durante lo scavo della buca il terreno agrario deve essere separato e posto successivamente in prossimità delle radici, il terreno in esubero e l'eventuale materiale estratto non idoneo, a giudizio della Direzione dei Lavori, dovrà essere allontanato dal cantiere a cura e a spese dell'Appaltatore e sostituito con terreno adatto.

Durante lo scavo, l'Appaltatore si dovrà assicurare che le radici non vengano a trovarsi in una zona di ristagno idrico, nel qual caso, si dovrà predisporre un adeguato drenaggio posando uno strato di materiale drenante sul fondo della buca; se la Direzione dei Lavori lo riterrà opportuno, l'Appaltatore dovrà predisporre ulteriori soluzioni tecniche al problema.

Nel caso le buche debbano essere realizzate sopra un preesistente tappeto erboso, si dovranno adottare tutte le tecniche più idonee per non danneggiarlo. In questo caso il terreno di scavo andrà appoggiato su teli per facilitarne la completa raccolta.

La messa a dimora degli alberi si dovrà eseguire con i mezzi idonei in relazione alle dimensioni della pianta, facendo particolare attenzione che il colletto si venga a trovare a livello del terreno anche dopo l'assestamento dello stesso, le piante cresciute da talea devono essere piantate 5 cm più profonde della quota che avevano in vivaio.

L'imballo della zolla, costituito da materiale degradabile, dovrà essere tagliato vicino al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo, verrà invece asportato tutto il materiale di imballaggio non biodegradabile (vasi in plastica, terra cotta, ecc.) il quale dovrà essere allontanato dal cantiere.

|                                                                                                               |        |                   |                                                 |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>COMUNE DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 112 |
|                                                                                                               |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Le piante dovranno essere collocate ed orientate in maniera tale da ottenere il migliore risultato tecnico ed estetico ai fini del progetto. Gli esemplari andranno orientati con la medesima esposizione che avevano in vivaio.

Dopo il riempimento della buca, è importante compattare e livellare il terreno e subito irrigare, al fine di facilitarne l'ulteriore assestamento e la sua più completa adesione alle radici e alla zolla, nonché la ripresa della pianta.

Nel caso non vi sia un sistema di irrigazione automatico o sotterraneo, al termine del riempimento della buca si dovrà creare una conca attorno agli alberi per trattenere l'acqua. Quest'ultima sarà portata immediatamente dopo l'impianto in quantità abbondante, fino a quando il terreno non riuscirà più ad assorbirne.

Al termine della messa a dimora delle piante, andranno rimosse tutte le legature, asportando i legacci o le reti che andranno portate in pubblica discarica.

Dopo di ché, se necessario, si dovrà procedere con la potatura di trapianto. Si dovranno asportare i rami che si presentino eventualmente danneggiati o secchi. Per le sole piante fornite a radice nuda o in zolla che non siano state preparate adeguatamente in vivaio, su richiesta della Direzione dei Lavori, si dovrà procedere ad un intervento di sfoltimento per ridurre la massa evapotraspirante, nel rispetto del portamento e delle caratteristiche delle singole specie. Non si dovrà comunque procedere alla potatura delle piante resinose, su queste si potranno eliminare solo i rami danneggiati o secchi.

#### **8.19.2 Alberi ed Arbusti Sempreverdi**

Gli alberi e gli arbusti sempreverdi dovranno essere forniti esclusivamente con zolla o in contenitore ed essere messi a dimora preferibilmente nei mesi di aprile ed ottobre.

Le procedure da seguire per la piantagione di queste piante sono analoghe a quelle riportate all'inizio dell'articolo relativo alla messa a dimora delle piante.

Le piante sempreverdi e resinose non devono essere potate; saranno eliminati, salvo diverse specifiche indicazioni della Direzione dei Lavori, soltanto i rami secchi, spezzati o danneggiati.

Fatta eccezione per le conifere sempreverdi, in caso di necessità, è possibile anche per queste piante fare ricorso all'uso di antitraspiranti.

#### **8.20 Protezione delle piante messe a dimora**

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di persone e automezzi, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese, provvedere

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 113 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

all'esecuzione di tutti gli interventi che si rendessero necessari al fine di salvaguardare la vegetazione messa a dimora fino alla consegna. In particolare, nelle situazioni in cui è previsto il parcheggio di autoveicoli in prossimità delle piante messe a dimora, l'Appaltatore è tenuto a verificare con la Direzione dei Lavori l'opportunità di predisporre idonee protezioni (in legno, metallo o altro materiale) intorno al tronco delle piante stesse. Le misure adottate, di concerto con la Direzione dei Lavori, dovranno comunque essere conformi alle norme vigenti, al presente capitolato e agli elaborati di progetto.

Se è previsto dal progetto, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti, ecc.) dovranno essere protette dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di pacciame (paglia, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifera, ecc.), dai danni della pioggia battente e dalla essiccazione.

### **8.21 Ancoraggi, legature e pali di sostegno**

Gli ancoraggi sono quei sistemi di supporto (tutori) che permettono di fissare al suolo le piante nella posizione corretta per lo sviluppo.

Tutti gli alberi di nuovo impianto dovranno essere muniti di tutori; se la Direzione dei Lavori lo riterrà necessario, anche gli arbusti di grandi dimensioni dovranno essere fissati a sostegni.

L'ancoraggio dovrà avere una struttura appropriata al tipo di pianta da sostenere e capace di resistere alle sollecitazioni generate da agenti atmosferici, urti, atti vandalici o altro.

I pali dovranno essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dal lato con il diametro maggiore e trattati con sostanze ad effetto imputrescibile (almeno per 1 m dal lato appuntito). I pali andranno conficcati nella buca della pianta prima della sua messa a dimora, per una profondità di 50-80 cm almeno, comunque al termine della piantagione dovranno essere piantati per oltre 50 cm nel terreno, utilizzando mezzi meccanici idonei (escavatore) o manuali.

I tutori andranno conficcati nel terreno verticalmente in numero di uno se la pianta da sostenere è un arbusto o albero inferiore a 1,8 m di altezza, negli altri casi con 2-3 o 4 pali, per altezza e diametro (comunque mai inferiore a 5 cm) adeguati alle dimensioni della pianta da sostenere e legati solidamente tra loro con legature di colore marrone, verde o nero.

Se le piante da mettere a dimora sono state fornite a radice nuda il palo tutore, al fine di non danneggiare l'apparato radicale, deve essere solidamente infisso verticalmente per almeno 50-80 cm. di profondità sul fondo della buca prima di sistemare le piante nella buca stessa.

Quando le piante possiedono la zolla, per non correre il rischio di spezzarla, il palo di sostegno dovrà essere collocato in posizione obliqua rispetto al tronco, infisso nel terreno circostante (e non nella buca) per almeno 30 cm. di profondità e fermato alla base da un picchetto.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 114 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

I pali di sostegno, sia verticali che obliqui, devono essere posizionati nei confronti delle piante in modo da tenere conto della direzione del vento predominante.

Se non vi è lo spazio per il tutoraggio con pali, oppure le piante superano l'altezza di 8 – 10 m, previo accordo con la Direzione dei Lavori, si potranno utilizzare picchetti di legno con cavi in acciaio muniti di tendifilo, e fascia visibile per i primi 2 m dal picchetto.

Nelle scarpate i sostegni andranno conficcati nel terreno in posizione verticale.

Se gli alberi hanno una impalcatura inferiore a 2,5 m, la parte fuori terra del tutore dovrà possedere una altezza inferiore a 10 - 20 cm rispetto alle ramificazioni più basse della chioma.

Le teste dei pali, dopo l'infissione, non devono presentare fenditure: in caso contrario, dovranno essere rifilate. I pali dovranno essere legati alle piante in modo solidale per resistere alle sollecitazioni ambientali, pur consentendo un eventuale assestamento.

Al fine di non provocare abrasioni o strozzature al fusto, le legature, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali creati allo scopo o di adatto materiale elastico (guaine in gomma, nastri di plastica, ecc...) oppure con funi o fettucce di fibra vegetale, ma mai con filo di ferro o materiale anaelastico.

Sia i tutori che le legature, non dovranno mai essere a contatto diretto con il fusto, per evitare abrasioni. Dovrà essere sempre interposto un cuscinetto antifrizione (gomma o altro).

## 8.22 Trapianti

Il periodo più idoneo per il trapianto è quello invernale durante il riposo vegetativo, preferibilmente alla fine dell'inverno e prima del risveglio vegetativo.

I trapianti dovranno essere preceduti da una potatura della chioma con tagli di ritorno, per ridurla proporzionalmente alla riduzione dell'apparato radicale, verificandone lo stato fitosanitario insieme alla Direzione dei Lavori.

Si dovrà eseguire uno scavo verticale tutto attorno alle piante, avendo cura di non strappare le radici, e creare una zolla avente diametro pari a dieci volte quello del tronco, misurato a 100 cm dal colletto, con una altezza della zolla pari a 4/5 del suo diametro.

La zolla che si viene a creare dovrà essere avvolta da telo di juta o rete metallica prima di essere spostata onde evitare rotture o crepe.

La pianta così zollata e con le radici rifilate, dovrà essere riposizionata in tempi brevissimi, nella buca di destinazione preventivamente preparata.

|                                                                                   |        |                   |                                                    |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|----------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                         | Pag. 115 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI<br>ELEMENTI TECNICI |          |

Tali piante dovranno essere considerate alla stregua dei nuovi impianti e seguite con maggiore cura durante tutta la durata del cantiere, onde evitare stress idrici o altri danneggiamenti di qualsiasi genere.

### **8.23 Lavori diversi 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 norme indicate dalla normativa vigente.

|                                                                                                              |        |                   |                                                 |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>REPUBBLICA ITALIANA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 116 |
|                                                                                                              |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

## 9 MATERIALI

### 9.1 Calcestruzzi

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2 ovvero a uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive.

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoisolometriche.

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 117 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

#### 9.1.1.1 Prove di accettazione

Ai fini dell'accettazione dei cementi la Direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche; UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;

UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

UNI CEN/TR 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;

UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;

UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

UNI EN 196-8 - Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione; UNI EN 196-9 - Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico; UNI EN 196-10 - Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo

(VI) idrosolubile nel cemento;

UNI EN 197-1 - Cemento. Parte 1. Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;

UNI EN 197-2 - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;

UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

UNI EN 413-1 - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specifiche e criteri di conformità;

UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;

UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

#### 9.1.1.2 Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi

alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti riportati nella seguente tabella, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

| Origine del materiale da riciclo                                                                                     | Classe del calcestruzzo          | Percentuale di impiego |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Demolizioni di edifici (macerie)                                                                                     | = C8/10                          | fino al 100%           |
| Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato                                                               | ≤ C30/37                         | ≤ 30%                  |
|                                                                                                                      | ≤ C20/25                         | fino al 60%            |
| Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55) | ≤ C45/55                         | fino al 15%            |
|                                                                                                                      | Stessa classe del cls di origine | fino al 5%             |

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella precedente tabella.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 119 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato di seguito.

| Specifica tecnica europea armonizzata di riferimento | Uso previsto del cls | Sistema di attestazione della conformità |
|------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|
| Aggregati per calcestruzzo                           | strutturale          | 2+                                       |

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008, devono essere finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella seguente tabella, insieme ai relativi metodi di prova.

| Caratteristiche tecniche                                                              | Metodo di prova |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Descrizione petrografica semplificata                                                 | UNI EN 932-3    |
| Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)               | UNI EN 933-1    |
| Indice di appiattimento                                                               | UNI EN 933-3    |
| Dimensione per il filler                                                              | UNI EN 933-10   |
| Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)                    | UNI EN 933-4    |
| Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ ) | UNI EN 1097-2   |

#### 9.1.1.3 Sabbia

La sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 120 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

La Direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

#### 9.1.1.4 Altre componenti Ceneri volanti

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 121 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

Le norme di riferimento sono:

UNI EN 450-1 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specifiche e criteri di conformità;

UNI EN 450-2 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;

UNI EN 451-1 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;

UNI EN 451-2 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.

#### 9.1.1.5 Silice attiva

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di  $\text{SiO}_2$ , con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silicafume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silicafume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento. Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silicafume.

Le norme di riferimento sono:

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 122 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

UNI EN 13263-1 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

UNI EN 13263-2 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.

#### 9.1.1.6 Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata. Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934 2. L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 123 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

#### 9.1.1.7 Acqua

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della Direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

| Caratteristica                       | Prova           | Limiti di accettabilità |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Ph                                   | Analisi chimica | Da 5,5 a 8,5            |
| Contenuto solfati                    | Analisi chimica | SO4 minore 800 mg/l     |
| Contenuto cloruri                    | Analisi chimica | Cl minore 300 mg/l      |
| Contenuto acido solfidrico           | Analisi chimica | minore 50 mg/l          |
| Contenuto totale di sali minerali    | Analisi chimica | minore 3000 mg/l        |
| Contenuto di sostanze organiche      | Analisi chimica | minore 100 mg/l         |
| Contenuto di sostanze solide sospese | Analisi chimica | minore 2000 mg/l        |

#### 9.1.1.8 Classi di resistenza

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate nella seguente tabella.

## Classi di resistenza

|         |
|---------|
| C8/10   |
| C12/15  |
| C16/20  |
| C20/25  |
| C25/30  |
| C28/35  |
| C32/40  |
| C35/45  |
| C40/50  |
| C45/55  |
| C50/60  |
| C55/67  |
| C60/75  |
| C70/85  |
| C80/95  |
| C90/105 |

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella seguente tabella, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

| Strutture di destinazione                                  | Classe di resistenza minima |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura | C8/10                       |
| Per strutture semplicemente armate                         | C16/20                      |
| Per strutture precomprese                                  | C28/35                      |

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

### 9.1.1.9 Qualità

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare della resistenza, con la quale si determina, prima della costruzione dell'opera, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto;

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 125 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

- controllo di produzione, effettuato durante la produzione del calcestruzzo stesso;
- controllo di accettazione, eseguito dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, con prelievi effettuati contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali;
- prove complementari, ove necessario, a completamento dei controlli di accettazione.

#### 9.1.1.10 Valutazione preliminare

Per quanto concerne la valutazione preliminare di cui alla lettera a), l'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

#### 9.1.1.11 Controllo

Relativamente al controllo di cui alla lettera c), il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- controllo tipo A
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella seguente, come stabilito nel D.M. 14/01/2008:

| Controllo di tipo A                                                                                                                                                       | Controllo di tipo B                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| $R1 \geq Rck - 3,5$                                                                                                                                                       |                                                   |
| $Rm \geq Rck + 3,5$<br>(n° prelievi 3)                                                                                                                                    | $Rm \geq Rck + 1,4 s$<br>(n° prelievi $\geq 15$ ) |
| Ove:<br>$Rm$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> );<br>$R1$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $s$ = scarto quadratico medio |                                                   |

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 126 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Il controllo di Tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio).

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,15 occorrono controlli molto accurati, integrati con prove complementari.

Le prove complementari di cui alla lettera d) si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al Direttore dei Lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

Le modalità di prelievo e i procedimenti per le successive prove devono rispettare le norme vigenti.

## 9.2 Casseforme

Le casseforme in legno possono essere realizzate con tavole o pannelli.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 127 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Le tavole dovranno essere di spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarlature. Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.

I pannelli, invece, dovranno essere di spessore non inferiore a 12 mm, con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti e all'abrasione. Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.

Per quanto concerne lo stoccaggio sia delle tavole che dei pannelli, il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza del terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi. Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname dovrà avvenire subito dopo il disarmo e comunque prima dell'accatastamento o del successivo reimpiego.

Le casseforme di plastica, adoperate per ottenere superfici particolarmente lisce, non dovranno essere utilizzate per getti all'aperto. Il materiale di sigillatura dei giunti dovrà essere compatibile con quello dei casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60.

Le casseforme in calcestruzzo saranno conformi alla normativa vigente per il c.a. ed avranno resistenza non inferiore a 29 N/mm<sup>2</sup> (300 Kg/cm<sup>2</sup>), gli eventuali inserti metallici (escluse le piastre di saldatura) dovranno essere in acciaio inossidabile.

La movimentazione e lo stoccaggio di tali casseri dovranno essere eseguiti con cura particolare, lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, le operazioni di saldatura non dovranno danneggiare le superfici adiacenti, la vibrazione verrà effettuata solo con vibratori esterni e le operazioni di raschiatura e pulizia delle casseforme dovranno essere ultimate prima della presa del calcestruzzo.

Il numero dei reimpieghi da prevedere per questi casseri è di 100 ca.

Nel casseri realizzati con metalli leggeri si dovranno impiegare leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla formazione di coppie galvaniche derivanti da contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.

Nel caso di casseri realizzati in lamiere d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- lamiera levigata, 2;
- lamiera sabbiata, 10;
- lamiera grezza di laminazione, oltre i 10.

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 128 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificatamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.); i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

### 9.3 Acciaio per cemento armato

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) prevedono per tutti gli acciai tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo vengono fornite le seguenti definizioni:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

#### 9.3.1.1 Marcatura

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 129 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri.

Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

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. Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo.

Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

I prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Secondo le UNI EN 10080 i paesi di origine sono individuati dal numero di nervature trasversali normali comprese tra l'inizio della marcatura e la nervatura speciale successiva, che è pari a 4 per l'Italia.

Su un lato della barra/rotolo, inoltre, vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 130 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

produttore e dello stabilimento. Sull'altro lato, invece, ci sono i simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10.

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia 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.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

#### 9.3.1.2 Qualificazione

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

|                                                                                                              |        |                   |                                                 |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>REPUBBLICA ITALIANA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 131 |
|                                                                                                              |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### 9.3.1.3 Centro di trasformazione

Le Nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

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. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- 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;
- 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 il direttore 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.

Il Direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 132 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

#### 9.3.1.4 Caratteristiche

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono due: B450C e B450C.

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_y \text{ nom} : 450 \text{ N/mm}^2$ ;
- $f_{tnom} : 540 \text{ N/mm}^2$ .

Esso deve inoltre rispettare le seguenti caratteristiche:

| CARATTERISTICHE                                 | REQUISITI                               |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ | $\geq f_{ynom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ |
| Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$     | $\geq f_{tnom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ |
| $(f_t/f_y)_k$                                   | $\geq 1,13$<br>$< 1,35$                 |
| $(f_y/f_{ynom})_k$                              | $\leq 1,25$                             |

|                                                                                                                                                                                                                              |                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Allungamento $(A_g)_k$                                                                                                                                                                                                       | $\geq 7,5 \%$                 |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a $90^\circ$ e successivo raddrizzamento senza cricche:<br>$F < 12 \text{ mm}$<br>$12 \leq F \leq 16 \text{ mm}$<br>$16 < F \leq 25 \text{ mm}$<br>$25 < F \leq 40 \text{ mm}$ | <br>4 F<br>5 F<br>8 F<br>10 F |

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 133 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente:

| CARATTERISTICHE                                                                                             | REQUISITI                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$                                                             | $\geq f_{ynom}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |
| Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$                                                                 | $\geq f_{tnom}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |
| $(f_t/f_y)_k$                                                                                               | $\geq 1,05$                          |
| $(f_y/f_{ynom})_k$                                                                                          | $\leq 1,25$                          |
| Allungamento $(A_{gt})_k$                                                                                   | $\geq 2,5 \%$                        |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:<br>F < 10 mm | 4 F                                  |

#### 9.3.1.5 Prove

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 Nuove norme tecniche):

UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10$  °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire  $f_y$ , con  $f(0,2)$ . La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 \pm 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10$  °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 134 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di Agt, allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione Fm, bisogna considerare che:

- seAgt è misurato usando un estensimetro, Agt deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- seAgt è determinato con il metodo manuale, Agt deve essere calcolato con la seguente formula:

$Agt = Ag + Rm/2000$  Dove:

Ag è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo Fm; Rm è la resistenza a trazione (N/mm<sup>2</sup>).

La misura di Ag deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza r2 di almeno 50 mm o 2d (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza r1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o d (il più grande dei due). La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

#### 9.3.1.6 Produzione

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 135 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro F compreso tra 6 e 40 mm; per gli acciai B450A, invece, il diametro deve essere compreso tra 5 e 10 mm. L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $F \leq 16$  mm per B450C e fino a  $F \leq 10$  mm per B450A.

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle Nuove norme tecniche.

#### 9.3.1.7 Reti e tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro F che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq F \leq 16 \text{ mm}$ . Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A gli elementi base devono avere diametro F che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} \leq F \leq 10 \text{ mm}$ . Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:  $F_{\min} / F_{\max} \geq 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci, è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 136 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

Relativamente alla saldabilità, l'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella seguente tabella, dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

| Massimo contenuto di elementi chimici in % |     |                     |                   |
|--------------------------------------------|-----|---------------------|-------------------|
|                                            |     | Analisi di prodotto | Analisi di colata |
| Carbonio                                   | C   | 0,24                | 0,22              |
| Fosforo                                    | P   | 0,055               | 0,050             |
| Zolfo                                      | S   | 0,055               | 0,050             |
| Rame                                       | Cu  | 0,85                | 0,80              |
| Azoto                                      | N   | 0,014               | 0,012             |
| Carbonio equivalente                       | Ceq | 0,52                | 0,50              |

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del Ceq venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le seguenti tolleranze:

|                                                     |                   |                 |
|-----------------------------------------------------|-------------------|-----------------|
| Diametro nominale                                   | $5 \leq F \leq 8$ | $8 < F \leq 40$ |
| Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego | $\pm 6$           | $\pm 4,5$       |

#### 9.3.1.8 Qualificazione

Le prove di qualificazione e di verifica periodica devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 138 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo  $n = 25$ ). Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il  $\pm 2\%$ , il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero  $n$  di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali  $n$  è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 139 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma UNI EN ISO 15630-1.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare a esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

#### 9.3.1.9 Accettazione

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal Direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella seguente tabella:

| Caratteristica | Valore limite         | NOTE                                 |
|----------------|-----------------------|--------------------------------------|
| $f_y$ minimo   | 425 N/mm <sup>2</sup> | (450-25) N/mm <sup>2</sup>           |
| $f_y$ massimo  | 572 N/mm <sup>2</sup> | [450x(1, 25+0,02)] N/mm <sup>2</sup> |

|                           |                               |                  |
|---------------------------|-------------------------------|------------------|
| Agt minimo                | $\geq 6.0\%$                  | per acciai B450C |
| Agt minimo                | $\geq 2.0\%$                  | per acciai B450A |
| Rottura/snervamento       | $1,11 \leq f_t/f_y \leq 1,37$ | per acciai B450C |
| Rottura/snervamento       | $f_t/f_y \geq 1.03$           | per acciai B450A |
| Piegamento/raddrizzamento | assenza di cricche            | per tutti        |

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente.

Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso, occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati. Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore

|                                                                                                                  |        |                   |                                                 |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>MUNICIPIO DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 141 |
|                                                                                                                  |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

#### **9.4 Materiale agrario e vegetale**

Tutto il materiale agrario - con esso si intende tutto il materiale usato nei lavori di agricoltura, vivaismo e giardinaggio (es. terra di coltivo, concimi, torba, ecc.) necessario alla messa a dimora delle piante, alla cura ed alla manutenzione e il materiale vegetale necessario all'esecuzione dei lavori (es. alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per la sistemazione ambientale - dovrà essere delle migliori qualità, senza difetti e in ogni caso con qualità e pregi uguali o superiori a quanto prescritto dal presente Capitolato, dall'Elenco Prezzi e dalla normativa vigente. S'intende che la provenienza sarà liberamente scelta dall'Appaltatore purché, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, i materiali siano riconosciuti accettabili. L'Appaltatore è obbligato a notificare, in tempo utile alla Direzione dei Lavori, la provenienza dei materiali per il regolare prelevamento dei relativi campioni.

In particolare, terre, compresa quella agraria, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree private, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, la Legge 24 marzo 2012, n. 28 recante misure straordinarie e urgenti in materia ambientale, il d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" e i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. Inoltre, per detti materiali, deve esserne assicurata la tracciabilità, accompagnandoli, a seconda della loro natura, con una delle seguenti documentazioni:

5. Provenienza da cava: riferimenti dell'autorizzazione rilasciata alla cava per la commercializzazione di terre e rocce da scavo; bolle di accompagnamento;
6. Provenienza da recupero di rifiuti: riferimenti dell'autorizzazione rilasciata all'impianto per il trattamento e la commercializzazione dei materiali; bolle di accompagnamento;

|                                                                                                                  |        |                   |                                                 |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>MUNICIPIO DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 142 |
|                                                                                                                  |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

7. Provenienza da cantieri di escavazione: riferimenti del Piano delle terre allegato al progetto dell'opera relativa al cantiere di provenienza, in conformità all'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; bolle di accompagnamento e "Documento di trasporto di terre e rocce da scavo" (modello fornito dalla Direzione dei Lavori).

Valori discordanti e/o assenza o incompletezza della documentazione suddetta renderanno inaccettabili dalla Direzione dei Lavori i materiali conferiti.

Le piante dovranno essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei, con cartellini indicanti in maniera chiara, leggibile ed indelebile, la denominazione botanica (Genere, specie, varietà o cultivar) in base al Codice internazionale di nomenclatura botanica, inoltre il cartellino dovrà essere resistente alle intemperie. Le caratteristiche con le quali le piante dovranno essere fornite (densità e forma della chioma, presenza e numero di ramificazioni, sistema di preparazione dell'apparato radicale, ecc.) sono precisate nelle specifiche allegato al progetto o indicate nell'Elenco Prezzi e nelle successive voci particolari.

Dove richiesto dalle normative vigenti il materiale vegetale dovrà essere accompagnato dal "passaporto per le piante".

Nel caso in cui alcune piante non siano reperibili sul mercato nazionale, l'Appaltatore può proporre delle sostituzioni, con piante aventi caratteristiche simili, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di accettarle o richiederne altre. Resta comunque inteso che nulla sarà dovuto in più all'Appaltatore per tali cambiamenti.

Nel caso di piante innestate, dovrà essere specificato il portainnesto e l'altezza del punto di innesto che dovrà essere ben fatto e non vi dovranno essere segni evidenti di disaffinità.

All'interno di un gruppo di piante, richieste con le medesime caratteristiche, le stesse dovranno essere uniformi ed omogenee fra loro. L'Appaltatore si impegna a sostituire a proprie spese quelle piante che manifestassero differenze genetiche (diversa specie o varietà, disomogeneità nel gruppo, ecc.) o morfologiche (colore del fiore, delle foglie, portamento, ecc.), da quanto richiesto, anche dopo il collaudo definitivo. Corrispondenti alla forma di allevamento richiesta, le piante dovranno avere subito le adeguate potature di formazione in vivaio in base alla forma di allevamento richiesta. Dove non diversamente specificato si intendono piante allevate con forma tipica della specie, varietà o cultivar cioè coltivate in forma libera o naturale con una buona conformazione del fusto e delle branche, un'alta densità di ramificazione di rami e branche e una buona simmetria ed equilibrio della chioma.

Dove richiesto dovranno essere fornite piante con forma diversa da quella naturale che richiede tecniche di potatura ed allevamento particolari come a spalliera, a cono, a spirale, ad albereto, a palla, ecc.;

|                                                                                                                  |        |                   |                                                 |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>MUNICIPIO DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 143 |
|                                                                                                                  |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, potranno essere messe a dimora piante all'interno di contenitori biodegradabili a perdere.

Le piante fornite in contenitore vi devono avere trascorso almeno una stagione vegetativa.

Le piante fornite in zolla dovranno essere ben imballate con un involucro totalmente biodegradabile, come juta, canapa, paglia di cereale, torba, pasta di cellulosa compressa ecc., rivestiti con reti di ferro non zincate a maglia larga, rinforzate se le piante superano i 4 m di altezza, o i 15 cm di diametro, con rete metallica.

Le piante a radice nuda vanno sradicate esclusivamente nel periodo di riposo vegetativo (periodo compreso tra la totale perdita di foglie e la formazione delle prime gemme terminali), non vanno mai lasciate senza copertura a contatto con l'aria per evitare il disseccamento. Possono essere conservate in ambiente controllato a basse temperature.

Tutte le piante dovranno presentare apparato radicale ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane, pienamente compenstrate nel terreno. Il terreno che circonda le radici dovrà essere ben aderente, di buona qualità, senza crepe. Non saranno accettate piante con apparato radicale a "spirale" attorno al contenitore o che fuoriesce da esso, ma neppure con apparato radicale eccessivamente o scarsamente sviluppato;

Il materiale vegetale dovrà essere esente da attacchi (in corso o passati) di insetti, malattie crittogamiche, virus, o altre patologie, prive di deformazioni o alterazioni di qualsiasi natura inclusa la "filatura" (pianta eccessivamente sviluppata verso l'alto) che possono compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, prive anche di residui di fitofarmaci, come anche di piante infestanti. Le foglie dovranno essere turgide, prive di difetti o macchie, di colore uniforme e tipico della specie.

Potranno essere utilizzate piante non provenienti da vivaio, solamente se espressamente indicato in progetto, per piante di particolare valore estetico, restando anche in questo caso, l'Appaltatore pienamente responsabile della provenienza del materiale vegetale.

L'Appaltatore è tenuto a far pervenire alla Direzione dei Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione della data e dell'ora in cui le piante giungeranno in cantiere.

L'Appaltatore dovrà sostituire a sua cura e spese, con altre rispondenti i requisiti concordati, le eventuali partite non ritenute conformi dalla Direzione dei Lavori. L'approvazione dei materiali consegnati sul posto non sarà tuttavia considerata come accettazione definitiva: la Direzione dei Lavori si riserva infatti la facoltà di rifiutare, in qualsiasi momento, quei materiali e quelle provviste che si siano, per qualsiasi causa, alterati dopo l'introduzione sul cantiere, nonché il diritto di farli analizzare a cura e spese dell'Impresa, per accertare la loro corrispondenza con i

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 144 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

requisiti specificati. In ogni caso l'Impresa, pur avendo ottenuto l'approvazione dei materiali dalla Direzione dei Lavori, resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere.

L'Impresa fornirà tutto il materiale (edile, impiantistico, agrario e vegetale) indicato negli elenchi e riportato nei disegni allegati, nelle quantità necessarie alla realizzazione della sistemazione.

#### 9.4.1 Preparazione Agraria del Terreno

L'Appaltatore, dopo essersi accertato della qualità del terreno da riportare, dovrà comunicare preventivamente alla Direzione dei Lavori il luogo esatto in cui intende prelevare il terreno agrario per il cantiere, per poterne permettere un controllo da parte della Direzione dei Lavori, che si riserva la facoltà di prelevare dei campioni da sottoporre ad analisi. Tale approvazione non impedirà successive verifiche da parte della Direzione dei Lavori sul materiale effettivamente portato in cantiere. Le analisi dovranno essere eseguite, salvo quanto diversamente disposto dal presente Capitolato, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo S.I.S.S.

Il terreno, se non diversamente specificato in progetto o dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere per composizione e granulometria classificato come "terra fine", con rapporto argilla/limo/sabbia definito di "medio impasto".

La terra di coltivo riportata dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti, che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la posa in opera, e chimicamente neutra (pH 6,5-7). L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione dei Lavori l'impiego di terra le cui analisi abbiano oltrepassato i valori indicati negli Allegati tecnici, salvo quanto diversamente indicato nell'Elenco Prezzi. La terra di coltivo dovrà essere priva di agenti patogeni e di sostanze tossiche per le piante.

Qualora il prelevamento della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo (di norma non superiore a 0,50 m) ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali.

#### 9.4.2 Substrato di Coltivazione

Con "substrati di coltivazione" si intendono materiali di origine minerale e/o vegetale utilizzati singolarmente o miscelati in proporzioni note per impieghi particolari e per ottenere un ambiente di crescita adatto alle diverse specie che si vogliano mettere a dimora.

Se il materiale viene fornito confezionato, l'etichetta deve riportare tutte le indicazioni prescritte per legge. Nel caso in cui il materiale sia presentato sfuso, l'Appaltatore deve fornire

|                                                                                                               |        |                   |                                                 |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>COMUNE DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 145 |
|                                                                                                               |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

alla Direzione dei Lavori il nome del produttore e l'indirizzo, la quantità, il tipo di materiale, le caratteristiche chimico-fisiche (pH, Azoto nitrico e ammoniacale, Fosforo totale, Potassio totale, Conducibilità Ece, e quant'altro richiesto dalla Direzione dei Lavori) e i loro valori, da eseguire a proprie spese, secondo i metodi normalizzati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S.

Il substrato, una volta pronto per l'impiego, dovrà essere omogeneo al suo interno.

Per ogni partita di torba dovrà essere indicata la provenienza, il peso specifico, la percentuale in peso della sostanza organica, gli eventuali additivi.

Le quantità di substrato di coltivazione, se non indicate in progetto, sarà stabilita dalla Direzione dei Lavori di volta in volta, in relazione all'analisi del suolo, al tipo di impianto, ecc.

L'Appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazioni sui seguenti parametri:

- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparente riferita ad uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece.

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla Direzione dei Lavori.

Salvo altre specifiche richieste, per le esigenze della sistemazione l'Appaltatore dovrà fornire torba della migliore qualità del tipo "biondo" (colore marrone chiaro giallastro), acida, poco decomposta, formata in prevalenza di Sphagnum o di Eriophorum, e confezionata in balle compresse e sigillate.

#### 9.4.3 Concimi Minerali ed Organici

Allo scopo di ottenere il miglior rendimento, l'Appaltatore userà per la piantagione contemporaneamente concimi minerali ed organici.

I concimi minerali, organici, misti e complessi da impiegare dovranno avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica, fatta esclusione per i letami, per i quali saranno valutate di volta in volta qualità e provenienza.

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di indicare con maggior precisione quale tipo di concime minerale (semplice, composto, complesso o completo) deve essere usato, scegliendoli

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 146 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

di volta in volta in base alle analisi di laboratorio sul terreno e sui concimi e alle condizioni delle piante durante la messa a dimora e il periodo di manutenzione.

Poiché generalmente si incontrano difficoltà nel reperire stallatico, possono essere convenientemente usati altri concimi organici industriali, purché vengano forniti in sacchi sigillati riportanti le loro precise caratteristiche.

#### 9.4.4 Pacciamatura

I prodotti di pacciamatura possono essere di origine naturale o di sintesi; essi sono destinati alla copertura del terreno per varie finalità operative, quali il controllo della evapotraspirazione, la limitazione della crescita di essenze infestanti, la protezione da sbalzi termici.

La pacciamatura organica, dovrà provenire da piante sane, ed essere esente da parassiti, semi di piante infestanti, senza processi fermentativi in atto o di attacchi fungini. Il materiale dovrà essere fornito asciutto e privo di polveri.

Nel caso si tratti di prodotti confezionati dovranno essere forniti nei contenitori originali con dichiarazione della quantità, del contenuto e dei componenti e riportare in etichetta tutte le informazioni richieste dalle leggi vigenti.

Per i prodotti da pacciamatura forniti sfusi la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di controllarli e decidere sulla loro idoneità.

In progetto possono venire richiesti teli pacciamanti sintetici (teli in poliestere, teli anti-alga o film plastici) o teli di origine organica (tessuto non tessuto, tessuto non tessuto ricoperto di fibre vegetali, tessuti protettivi biodegradabili). In entrambi i casi i tessuti devono restare integri per almeno 3-4 anni, nel caso di tessuti organici, questi si devono decomporre e non se ne deve trovare traccia dopo 5-6 anni. Tutti i teli dovranno essere di colore verde, nero o marrone, atossici, ignifughi e non rilasciare elementi dannosi nel terreno.

In tutti i casi la copertura del suolo ai raggi solari deve essere almeno del 90% per impedire il germogliamento delle infestanti. I teli dovranno essere integri e privi di strappi, fori o altro che ne possa alterare la funzione.

#### 9.4.5 Ancoraggi

Per fissare al suolo gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni, l'Appaltatore dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante, su indicazione della Direzione dei Lavori.

|                                                                                                               |        |                   |                                                 |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>COMUNE DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 147 |
|                                                                                                               |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

I tutori dovranno essere di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche di imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori. Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione dei Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda di acciaio muniti di tendifilo, oppure con ancoraggi sotterranei della zolla.

Le legature dovranno rendere solidali le piante, i pali di sostegno e gli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento, al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di detto materiale elastico (es. cinture di gomme, nastri di plastic, ecc.) oppure, in subordine, con corda di canapa (mai filo di ferro o altro materiale inestensibile). Per evitare danni alla corteccia, potrà essere necessario interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di detto materiale.

#### 9.4.6 Acqua di Irrigazione

L'acqua da utilizzare per l'innaffiamento e la manutenzione deve essere assolutamente esente da sostanze inquinanti e da sali nocivi.

L'Appaltatore, anche se gli è consentito di approvvigionarsi da fonti del Committente, rimane responsabile della qualità dell'acqua utilizzata e deve pertanto provvedere a farne dei controlli periodici.

#### 9.4.7 Trasporto del Materiale Vegetale

L'Appaltatore dovrà prendere tutte le precauzioni necessarie affinché le piante arrivino sul luogo della sistemazione nelle migliori condizioni possibili, curando che il trasferimento venga effettuato con mezzi, protezioni e modalità di carico idonei con particolare attenzione perché rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi o ad essiccarsi a causa dei sobbalzi o per il peso del materiale soprastante.

Giunte a destinazione, tutte le piante dovranno essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno: il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) dovrà essere il più breve possibile.

In particolare l'Appaltatore curerà che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

|                                                                                                               |        |                   |                                                 |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>COMUNE DI POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 148 |
|                                                                                                               |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

L'estrazione delle piante dal vivaio dovrà essere fatta con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondarie con le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale, evitando di ferire le piante.

Nei casi in cui si debbano sollevare alberi tramite cinghie (di materiale resistente al carico da sollevare, con larghezza di 30 – 50 cm), queste dovranno agganciare la zolla, se necessario anche il fusto (in casi in cui la chioma sia molto pesante o il fusto eccessivamente lungo), in questo caso, a protezione della corteccia del tronco, fra la cinghia e il fusto andranno interposte delle fasce di canapa o degli stracci per evitare l'abrasione. La chioma dovrà appoggiare, per evitare l'auto schiacciamento, su cavalletti ben fissati al veicolo. Occorre prestare attenzione a non provocare colpi o vibrazioni forti all'imbracatura. In casi eccezionali, previa approvazione della Direzione dei Lavori, gli esemplari potranno essere sollevati tramite perni infissi nel tronco o passanti da parte a parte.

Prima della rimozione dal vivaio e durante tutte le fasi di trasporto e messa a dimora, i rami delle piante dovranno essere legati per proteggerli durante le manipolazioni. Le legature andranno fatte con nastro di colore ben visibile.

L'accatastamento in cantiere non può durare più di 48 ore, poi è necessario che vengano posizionate in un vivaio provvisorio posto in un luogo ombroso, riparato dal vento, dal ristagno d'acqua, con i piani di terra l'uno contro l'altro, bagnati e coperti con sabbia, segatura, pula di riso o paglia, avendo estrema cura che il materiale vegetale non venga danneggiato.

L'Appaltatore si dovrà assicurare che le zolle o le radici delle piante non subiscano ustioni e che mantengano un adeguato e costante tenore di umidità. Per le conifere e tutte le piante in vegetazione andranno sciolte le legature dei rami, per evitare danni alla chioma, per poi essere nuovamente legate quando l'Appaltatore è pronto per la messa a dimora definitiva.

#### 9.4.8 Piante

Per piante in senso generale si intende tutto il materiale vegetale vivo di pronta utilizzazione, proveniente da vivai appositamente autorizzati.

Tutte le piante scelte e impiegate dovranno essere esenti da difetti e imperfezioni, nonché, prive di manifestazioni di attacchi di insetti, funghi, virus ed altri agenti patogeni. Dovranno inoltre soddisfare pienamente i requisiti di progetto: a questo proposito la Direzione dei Lavori dovrà effettuare un controllo delle piante prima della loro messa in opera, con facoltà di scartare quelle non rispondenti alle caratteristiche generali elencate ed a quelle specifiche di successiva elencazione.

Riguardo alle caratteristiche tecniche di fornitura si consideri che:

|                                                                                                  |        |                   |                                                 |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>TECINTA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 149 |
|                                                                                                  |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

- le piante devono avere subito i necessari trapianti in vivaio (l'ultimo da non più di due anni e da almeno uno) in base alle seguenti indicazioni: specie a foglia caduca, fino alla circonferenza di 12-15 cm almeno un trapianto, fino a 20-25 cm almeno due trapianti, fino a 30-35 cm almeno tre trapianti; sempreverdi; fino all'altezza di 2-2,5 m almeno un trapianto, fino a 3-3,5 m almeno due trapianti, fino a 5 m almeno 3 trapianti;
- le piante a foglia caduca, in relazione alle specie, alla stagione, e a quanto concordato con la Direzione dei Lavori, potranno essere fornite dall'Appaltatore per la messa a dimora a "radice nuda" o con "zolla" (pane di terra a protezione delle radici);
- le piante sempreverdi saranno invece fornite sempre con zolla.

Nel caso che, successivamente al trasporto sul cantiere, le piante non possano essere messe prontamente a dimora, risultano a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alla loro adeguata conservazione e protezione.

In particolare, qualora si faccia riferimento a piante fornite a radice nuda, la conservazione in attesa di messa a dimora avverrà tramite la predisposizione di un sito idoneo – messa in "tagliola".

Durante le fasi di trasporto, scarico e maneggio a qualunque titolo delle piante andranno prese tutte le precauzioni atte ad evitare loro qualsiasi tipo di danno per mantenerne le migliori condizioni vegetazionali, provvedendo ad es. nel caso più semplice, se la stagione lo richiede, alle necessarie innaffiature.

#### 9.4.9 Alberi

Gli alberi scelti dovranno possedere un portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora e dovranno essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali, filari, esemplari isolati o gruppi ecc.).

Il tronco e le branche degli alberi non devono presentare deformazioni, ferite, segni di urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni ecc. Nel caso di alberi innestati, non si dovranno presentare sintomi di disaffinità nel punto d'innesto.

L'apparato radicale, se ispezionabile direttamente (esempio piante fornite a radice nuda), deve presentarsi ricco di ramificazioni e di radici capillari e senza tagli sulle radici con diametro superiore al centimetro. Per le piante fornite con pane di terra, le radici dovranno essere tenute di regola raccolte entro una zolla di terra priva di crepe, ben aderente alle radici stesse e di dimensioni proporzionate alla taglia della pianta.

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>POGGENDORF</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BIO28F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 150 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

Il materiale d'imballo dovrà essere bio-degradabile ed eventualmente rinforzato (per piante di grandi dimensioni) con una rete anch'essa bio-degradabile.

Le caratteristiche dimensionali degli alberi, come richieste dal progetto e approvate dalla Direzione dei Lavori, faranno capo alle seguenti definizioni:

- alberi giovani: altezza inferiore a m. 1 altezza inserzione chioma: secondo specie circonferenza del fusto: da cm. 3 a cm. 10;
- alberi di qualità "standard": altezza: compresa tra m. 1 e m. 2,5 altezza inserzione chioma: secondo specie circonferenza del fusto: da oltre cm. 10 a cm. 25;
- alberi di qualità "extra": altezza: superiore a m. 2,5 altezza inserzione chioma: secondo specie e impiego circonferenza del fusto: oltre cm. 25.

Tenendo presente che:

- circonferenza del fusto: misurata a 100 cm di altezza dal colletto;
- altezza dell'albero: distanza tra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente tra il colletto e il punto di emergenza del ramo maestro più basso. Per gli alberi richiesti impalcati, l'altezza di impalcatura dovrà essere di 1,80 " 2 m, per gli alberi che andranno a costituire viali, dovranno avere una altezza di impalcatura di almeno 2,5 m;
- diametro della chioma: diametro rilevato alla prima impalcatura per le conifere e a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi;
- caratteristiche di fornitura: a radice nuda, in zolla, in contenitore.

#### 9.4.10 Arbusti e Cespugli

Gli arbusti sono piante legnose ramificate a partire dal terreno. Quali che siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia caduca o sempreverdi), devono possedere un minimo di tre ramificazioni e presentarsi dell'altezza prescritta nei documenti di appalto (e comunque proporzionata al diametro della chioma e a quello del fusto).

Gli arbusti e i cespugli se di specie autoctona devono provenire da produzioni specializzate derivante da materiale autoctono.

La chioma dovrà essere correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione.

Gli arbusti e i cespugli dovranno essere forniti in contenitore o in zolla a seconda delle indicazioni dell'elenco prezzi, se richiesto, potranno essere fornite a radice nuda, purché si tratti di piante caducifoglie e di piccole dimensioni in fase di riposo vegetativo.

|                                                                                                     |        |                   |                                                    |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|----------------------------------------------------|----------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                         | Pag. 151 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI<br>ELEMENTI TECNICI |          |

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, proporzionato alle dimensioni della pianta, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari, fresche, sane e prive di tagli con diametro superiore a 1 cm.

Negli arbusti e cespugli forniti in zolla o in contenitore, il terreno che circonderà le radici dovrà essere compatto, ben aderente alle radici, di buona qualità, senza crepe.

Le piante fornite in zolla dovranno essere ben imballate con un involucro degradabile (juta, reti di ferro non zincate, ecc.).

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 152 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

## 10 ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE

### 10.1 Controlli in corso d'opera

#### 10.1.1 Norme generali di esecuzione

I lavori eseguiti dall'Appaltatore possono essere in qualsiasi momento sottoposti dal Committente a prove e controlli in corso d'opera, di qualsiasi tipo, onde accertare le caratteristiche di quanto eseguito fino a quel momento. L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove.

Le opere appaltate possono essere sottoposte a tutte le prove che il Committente intende eseguire a proprio insindacabile giudizio.

In caso di esito negativo di una qualsiasi delle prove, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua completa cura e spese a tutte le prescrizioni impartite dal Committente e a rimediare ad ogni difetto rilevato.

L'Appaltatore deve effettuare propri controlli in corso d'opera al fine di assicurare la qualità richiesta dal Committente, attivando una struttura con relative procedure di controllo interno della qualità (Sistema Qualità) coerente con sia con la necessità di fornire autocertificazioni al Committente della qualità delle opere sia con l'eventuale certificazione, se in suo possesso, del Sistema di Qualità Impresa (Norma UNI EN ISO 9002).

#### 10.1.2 Norme generali di valutazione

Di norma il Committente deve provvedere a propria cura e spese alle prove che intende eseguire, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre per eseguire le prove che il Committente intende effettuare. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.

### 10.2 Controlli finali

#### 10.2.1 Norme generali di esecuzione

Analogamente a quanto prescritto per i controlli in corso d'opera, i lavori eseguiti dall'Appaltatore sono sottoposti dal Committente, al loro termine, a prove e controlli di qualsiasi tipo, onde accertare le caratteristiche di quanto eseguito. L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove.

I controlli finali sono tesi ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito e la rispondenza agli scopi, alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 153 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

In caso di esito negativo, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua esclusiva cura e spese alle prescrizioni ricevute.

#### **10.2.2 Norme generali di valutazione**

Di norma i controlli sono a carico del Committente, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre per eseguire le prove che sono effettuate, ivi compresi gli esiti di prove eventualmente eseguite in corso d'opera e la prova di aver rimediato ad eventuali prescrizioni ricevute in tali sedi. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.

### **10.3 Consegna delle opere**

#### **10.3.1 Generalità**

L'accettazione da parte del Committente delle opere eseguite dall'Appaltatore è comunque subordinata alle operazioni di seguito sommariamente descritte, che l'Appaltatore stesso è tenuto a compiere prima di comunicare al Committente l'approntamento alla consegna.

L'Appaltatore deve comunque procedere a proprie verifiche della corretta esecuzione delle opere nonché della esatta installazione e funzionamento di tutti gli elementi costituenti i vari impianti, secondo le indicazioni di progetto e quanto prescritto dal Committente e dalle norme CEI.

#### **10.3.2 Verifiche da parte dell'Appaltatore**

Prima della consegna al Committente di ogni parte di impianto eseguita e sottoposta alla valutazione del Committente, l'Appaltatore deve, a propria cura e spese, con attrezzature e strumenti di misura appositi, provvedere all'esecuzione di verifiche di installazione e funzionali per accertare di aver correttamente eseguito i lavori, provvedendo anche a tutte le modifiche necessarie per il buon funzionamento dell'impianto.

Le operazioni di verifica che l'Appaltatore è tenuto ad operare consistono, di massima, nel controllo della corretta installazione elettrica e meccanica di tutti gli elementi costituenti l'impianto. I controlli devono essere effettuati quando necessario con l'impianto di bassa tensione alimentato, eseguendo caso per caso le seguenti operazioni minime previa verifica dell'integrità di tutto il materiale impiegato, sia di propria fornitura che di fornitura del Committente:

|                                                                                                     |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  <b>TECNITALIA</b> | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: BI028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 154 |
|                                                                                                     |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

#### 10.3.2.1 Sezione BT e Servizi Ausiliari:

- verifica del corretto serraggio dei conduttori nelle rispettive morsettiere;
- prove di isolamento, se non eseguite e certificate dal fornitore;
- prove di continuità del circuito di protezione;
- prove di messa in servizio ed eventuale messa in servizio del quadro servizi ausiliari c.a. e c.c.;
- prove di messa in servizio ed eventuale messa in servizio di raddrizzatori e batterie 110 Vcc. e 24 Vcc.;
- controllo delle alimentazioni c.a. e c.c. delle apparecchiature;

#### 10.3.2.2 Impianti elettrici civili:

- alimentazione degli impianti elettrici;
- verifica del funzionamento corpi illuminanti e unità d'emergenza;
- verifica del funzionamento prese FM e senso ciclico delle fasi;
- controllo dell'efficienza delle protezioni differenziali;
- verifica del funzionamento dell'illuminazione esterna;
- verifica dell'orientamento notturno dei fari e dei livelli di illuminamento;

#### 10.3.2.3 Sezione MT:

A conferma della corretta esecuzione delle operazioni di verifica e controllo, l'Appaltatore provvede a rilasciare un documento che certifichi la metodologia usata e l'esito d'ogni prova. Inoltre, se non diversamente prescritto, l'Appaltatore deve provvedere a predisporre le apparecchiature per l'esecuzione, a cura del Committente, delle prove a frequenza industriale sul quadro MT e delle prove d'isolamento dei cavi MT.

### 10.4 Collaudi

#### 10.4.1 Generalità

I Collaudi sono eseguiti da personale del Committente a ciò abilitato o da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale, nominato/i dal Committente.

Qualsiasi prova può essere eseguita in corso d'opera tesa ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito fino a quel momento.

L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove.

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 155 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

In caso di esito negativo di una qualsiasi delle prove, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua completa cura e spese a tutte le prescrizioni impartite dai Collaudatori e a rimediare ad ogni difetto rilevato.

#### 10.4.2 Collaudi in corso d'opera delle opere civili

Il Collaudo deve procedere secondo le modalità e le prove stabilite dal Collaudatore tese ad accertare la rispondenza delle opere civili alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

#### 10.4.3 Collaudi in corso d'opera degli impianti a servizio delle opere civili

Sono tenuti da Collaudatori esperti degli impianti stessi che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

#### 10.4.4 Prove in corso d'opera su impianti elettrici MT, BT e impianti ausiliari

Sono tenuti da Collaudatori del Committente che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche nonché al corretto funzionamento elettrico.

#### 10.4.5 Collaudi finali

I Collaudi e le prove di funzionamento finali sono eseguiti analogamente a quanto prescritto per collaudi e prove di funzionamento in corso d'opera da personale del Committente a ciò abilitato o da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale, nominato/i dal Committente.

I Collaudatori possono sottoporre le opere appaltate a tutte le prove che intendono eseguire in base alla propria esperienza ed alla propria perizia professionale.

I Collaudi e le prove di funzionamento finali sono tesi ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito e la rispondenza agli scopi, alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

In caso di esito negativo, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua esclusiva cura e spese alle prescrizioni ricevute fino ad esito positivo di tutti i Collaudi.

#### 10.4.6 Norme generali di valutazione

Di norma i Collaudatori sono a carico del Committente, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre ai Collaudatori per eseguire le prove che intendono effettuare, ivi compresa la documentazione degli esiti di controlli eventualmente eseguiti in

|                                                                                   |        |                   |                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------|----------|
|  | Rev. 0 | Data: Agosto 2023 | El: B1028F-D-PAL-RT-22-r00                      | Pag. 156 |
|                                                                                   |        |                   | DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI |          |

corso d'opera nonché l'obbligo di comprovare adeguatamente di aver rimediato ad eventuali prescrizioni ricevute in tali sedi.

#### 10.4.7 Pulizia finale

A seguito dell'ultimazione lavori e in ogni caso prima della messa in servizio, l'Appaltatore deve eseguire la pulizia generale di tutto quanto ha realizzato, secondo le indicazioni impartite dal Committente ed in particolare deve effettuare:

- la pulizia delle aree delle apparecchiature AT e delle aree esterne all'edificio, nonché il trasporto a discarica dei materiali di risulta (terra, imballaggi, ecc.);
- la pulizia di tutti gli isolatori AT in porcellana, compresi quelli che costituiscono le apparecchiature AT;
- la pulizia degli interruttori MT e dell'interno degli scomparti, prima dell'inserimento dei carrelli estraibili;
- la pulizia degli isolatori passanti MT e del vano risalita cavi, prima di posizionare le lamiere di chiusura;
- la pulizia, con aspiratore, dei cunicoli per i cavi BT;
- lo spolvero dell'esterno dei quadri MT, dei telai di protezione e controllo, degli armadi, ecc.;
- la pulizia dei servizi igienici;
- il lavaggio dei serramenti e dei vetri interni ed esterni dell'edificio;
- il lavaggio dei pavimenti e la cerata degli stessi.

#### 10.4.8 Norme generali di valutazione

Tutto quanto riguarda la consegna dell'opera (ed in particolare le verifiche, le pulizie e le messe a punto degli impianti) è di norma a totale cura e spese dell'Appaltatore. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.