Firmato digitalmente da:
VIVIANA ANGELORO
ACEA ELABORI SPA
Firmato il 14/07/2022 07:34
Seriale Certificato: 446086
Valido dal 09/09/2020 al 09/09/2023
TI Trust Technologies CA

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO DEL PESCHIERA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

acea acqua
ACEA ATO 2 SPA

acea ingegneria e servizi

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. PhD Alessia Delle Site

SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Dott. Avv. Vittorio Gennari
Sig.ra Claudia Iacobelli
Ing. Barnaba Paglia

ELABORATO
A246PDS T008 0

COD. ATO2 ASI10607

DATA **MAGGIO 2022**

SCALA

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Progetto di sicurezza e ammodernamento dell'approvvigionamento della città metropolitana di Roma
"Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema idrico del Peschiera",
L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

Sottoprogetto
CONDOTTA MONTE CASTELLONE – COLLE S.ANGELO (VALMONTONE)
(con il finanziamento dell'Unione europea – Next Generation EU)

European Union

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
CUP G91B2100006460002

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

TEAM DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE PROGETTAZIONE
Ing. Angelo Marchetti
CAPO PROGETTO
Ing. Viviana Angeloro
IDRAULICA
Ing. Eugenio Benedini
GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA
Geol. Stefano Tosti
GEOTECNICA E STRUTTURE
Ing. Angelo Marchetti
ASPETTI AMBIENTALI
Ing. PhD Nicoletta Stracqualursi
ATTIVITA' TECNICHE DI SUPPORTO
Geom. Stefano Francisci
ATTIVITA' PATRIMONIALI
Geom. Fabio Pompei

Hanno collaborato:
Ing. Geol. Eliseo Paolini
Ing. Matteo Botticelli
Ing. Eleonora Accorsi
Ing. Francesca Giorgi
Paes. Fabiola Gennaro
Ing. Marco Iannucci
Ing. Claudio Lorusso
Ing. Raffaele Maiorano
Geol. PhD Paolo Caporossi
Geol. Filippo Arsie
Ing. Valentina Peragine
Geom. Mirco Firinu
Arch. Simone Nicastro

DOTT. Ing. VIVIANA ANGELORO ORDINE INGEGNERI ROMA n. A-28722 sezione A

INDICE

1 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO E OPERE IN ACCIAIO 24

1.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE 24

1.2 OPERE IN ACCIAIO 24

1.3 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 25

1.3.1 NORMATIVA NAZIONALE..... 25

1.3.1.1 NORMATIVA EUROPEA..... 26

1.3.1.2 DOCUMENTAZIONE TECNICA 34

1.4 DEFINIZIONI 37

1.5 ABBREVIAZIONI 37

1.6 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO 37

1.6.1 PRESCRIZIONI GENERALI 37

1.6.2 REQUISITI DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO..... 39

1.6.3 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI IL CONGLOMERATO CEMENTIZIO 41

1.6.3.1 Cemento 41

1.6.3.2 Aggiunte: ceneri volanti, microsilice e loppa d'altoforno..... 42

1.6.3.3 Aggregati 43

1.6.3.4 Acqua d'impasto..... 44

1.6.3.5 Additivi 44

1.6.4 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO 45

1.6.4.1 Classi di resistenza 45

1.6.4.2 Copriferro..... 45

1.6.4.3 Rapporto acqua/cemento..... 46

1.6.4.4 Consistenza 46

1.6.4.5 Acqua essudata..... 47

1.6.4.6 Contenuto in cloruri 47
1.6.4.7 Temperatura 47
1.6.4.8 Aria occlusa 48
1.6.4.8.1 REQUISITI MINIMI DELLE MISCELE IN RELAZIONE ALL'IMPIEGO 48
1.6.4.9 Calcestruzzi soggetti a cicli di gelo - disgelo 54
1.6.4.10 Calcestruzzi soggetti ad attacco chimico 54
1.6.4.11 Calcestruzzi soggetti a dilavamento e penetrazione all'acqua 55
1.6.4.12 Calcestruzzi soggetti a reazione alcali- aggregati 55
1.6.4.13 Calcestruzzi soggetti all'attacco di cloruri presenti nell'acqua di mare 56
1.6.4.13.1 REQUISITI AGGIUNTIVI DELLE MISCELE 56
1.6.4.14 Modulo elastico 57
1.6.4.15 Ritiro idraulico 57
1.6.4.16 Ritiro termico 57
1.6.5 PRESCRIZIONI PER I SINGOLI TIPI DI CALCESTRUZZO 58
1.6.5.1 Calcestruzzo armato gettato in opera 58
1.6.5.2 Calcestruzzo armato da prefabbricazione 61
1.6.6 QUALIFICA DEI MIX DESIGN PER CONGLOMERATI CEMENTIZI 62
1.6.6.1 Studi preliminari di prequalifica 63
1.6.6.2 Qualifica all'impianto di betonaggio 64
1.6.7 CONTROLLI DI CONFORMITÀ IN CORSO D'OPERA E FREQUENZE DI PROVA ... 67
1.6.7.1 Controlli di accettazione della resistenza a compressione 68
1.6.7.2 Controllo di accettazione dei valori di consistenza 70
1.6.7.3 Controlli di conformità della resistenza sulle opere finite 71
1.6.8 CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO D'ARMATURA PER C A E C A P 72
1.6.8.1 Prescrizioni comuni alle tipologie di acciaio 72
1.6.8.2 Acciaio per cemento armato 74
1.6.8.2.1 Controlli di accettazione in cantiere 75
1.6.8.3 Acciaio per cemento armato precompresso 76
1.6.8.3.1 Controlli di accettazione in cantiere 77

1.6.9 NORME E REGOLE DI ESECUZIONE 77
1.6.9.1 Impiego di magrone o malta di livellamento 77
1.6.9.2 Messa in opera delle casseforme 78
1.6.9.3 Posizionamento e realizzazione di gabbie di armatura e giunzioni 81
1.6.9.4 Messa in opera del calcestruzzo 82
1.6.9.4.1 Attività preliminari alla fase di getto 82
1.6.9.4.2 Esecuzione dei getti 82
1.6.9.4.3 Controllo termico del calcestruzzo 87
1.6.9.5 Stagionatura del calcestruzzo 89
1.6.9.6 Azioni di disarmo 91
1.6.9.7 Caratteristiche superficiali dei getti 91
1.6.10 ELEMENTI PRECOMPRESSI 92
1.6.10.1 Posizionamento delle armature di precompressione 92
1.6.10.2 Tesatura dei cavi di precompressione 93
1.6.10.3 Dispositivi di ancoraggio 94
1.6.10.4 Guaine ed iniezioni di malta 94
1.6.11 ELEMENTI PREFABBRICATI 97
1.6.11.1 Controlli in fase di produzione degli elementi 98
1.6.11.2 Marcatura e stoccaggio 101
1.6.11.3 Trasporto e movimentazione 101
1.6.12 CALCESTRUZZI SPECIALI 102
1.6.12.1 Calcestruzzo proiettato 102
1.6.12.1.1 Classificazione e designazione 102
1.6.12.1.2 Caratteristiche dei componenti 105
1.6.12.1.3 Produzione 108
1.6.12.1.4 Controlli sulla miscela 111
1.6.12.2 Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio 113
1.6.12.3 Calcestruzzo autocompattante 113
1.6.13 TOLLERANZE COSTRUTTIVE 114

1.6.14 INTERVENTI DI RIPRISTINO E/O RINFORZO DI STRUTTURE DEGRADATE IN CALCESTRUZZO 116

1.6.14.1 Indagini 118

1.6.14.2 Stato di conservazione delle strutture 119

1.6.14.3 Materiale per il ripristino/rinforzo – criteri generali 120

1.6.14.4 Sintesi del processo progettuale 124

1.6.14.5 Livello di degrado – tecnica d'intervento - caratterizzazione prestazionale dei materiali 125

1.6.14.6 Degrado superficiale – spessori 1 -10 mm - rasatura 125

1.6.14.7 Degrado medio – spessore 10-50 mm - strutture verticali o "sopratesta"- spruzzo o rinzaffo 127

1.6.14.8 Degrado medio – spessori 10-50 mm - strutture orizzontali – colaggio 130

1.6.14.9 Degrado profondo – strutture orizzontali/verticali – spessori 60-100 mm – colaggio / incamiciatura 132

1.6.14.10 Interventi per rapido colaggio 135

1.6.14.11 Prove e controlli 139

1.6.14.12 Controlli preliminari 140

1.6.14.13 Controlli in corso d'opera 140

1.6.15 PROTEZIONE DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO 142

1.6.15.1 Scelta prestazionale dei sistemi protettivi 143

1.6.15.2 Protezione elevatissima – sistema protettivo filmogeno elastico a base poliuretanica- spessore di film secco 200 micron 145

1.6.15.3 Protezione elevata – sistema protettivo filmogeno elastico a base acrilica per strutture a contatto non permanente con acqua spessore di film secco 200 micron 146

1.6.15.4 Protezione elevata – sistema protettivo filmogeno rigido a base metacrilica spessore di film secco 80-150 micron 146

1.6.16 ANCORAGGI E INGHISAGGI 148

1.6.16.1 Ancoraggi con materiali cementizi 148

1.6.16.2 Ancoraggi con materiali a base di resina 151

1.6.16.2.1 Inghisaggi chimici con resina epossidica in cartuccia 152

1.6.17 INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN MURATURA 152

1.6.17.1 Ancoraggi con materiali a base di resina 153
1.6.17.2 Interventi 153
1.6.17.2.1 Ristillatura di giunti di malta 153
1.6.17.3 Iniezioni di massa 156
1.6.17.4 Iniezioni armate 159
1.6.17.5 Scuci e cuci 161
1.6.17.6 Lastra armata 163
1.7 OPERE IN ACCIAIO 166
1.7.1 CLASSI DI ESECUZIONE 166
1.7.2 REQUISITI E OBBLIGHI DELL'ESECUTORE 166
1.7.2.1 Requisiti 166
1.7.2.2 Obblighi 167
1.7.3 QUALITA' DEI MATERIALI DA IMPIEGARE 169
1.7.3.1 Profilati e lamiere 169
1.7.3.1.1 Strutture in classe di esecuzione EXC2 169
1.7.3.1.2 Strutture in classe di esecuzione EXC3 e EXC4 170
1.7.3.2 Chiodi 172
1.7.3.3 Bulloni 172
1.7.3.4 Connettori 175
1.7.4 PROVE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI 176
1.7.4.1 Profilati e lamiere 176
1.7.4.2 Chiodi 177
1.7.4.3 Bulloni 178
1.7.4.4 Chiavarde 179
1.7.4.5 Connettori 179
1.7.5 LAVORAZIONI D'OFFICINA E PRESCRIZIONI 179
1.7.5.1 Generalità 179
1.7.5.2 Tagli 179
1.7.5.3 Assemblaggio dei pezzi 180

1.7.5.4 Forature ed alesature 181
1.7.5.5 Controllo dimensionale dei singoli pezzi 181
1.7.6 BULLONATURE 181
1.7.6.1 Generalità 181
1.7.6.2 Giunzioni con bulloni a taglio 183
1.7.6.3 Giunzioni con bulloni ad attrito 184
1.7.6.4 Modalita' di serraggio 184
1.7.6.5 Serraggio con il metodo della coppia 185
1.7.6.6 Serraggio con il metodo combinato 185
1.7.6.7 Controllo del serraggio 186
1.7.6.8 Controllo dei bulloni serrati con il metodo della coppia 186
1.7.6.9 Controllo dei bulloni serrati con il metodo combinato 187
1.7.7 SALDATURE 188
1.7.7.1 Oneri dell'esecutore 188
1.7.7.2 Tipologie di saldatura 189
1.7.7.3 Procedimenti di saldatura applicabili 190
1.7.7.4 Specifiche di procedura di saldatura 190
1.7.7.5 Prescrizioni sui materiali d'apporto 191
1.7.7.6 Procedimento manuale ad arco con elettrodi rivestiti 191
1.7.7.7 Procedimento di saldatura automatica ad arco sommerso 192
1.7.7.8 Procedimento di saldatura con filo animato con protezione di gas 192
1.7.7.9 Procedimento di saldatura dei connettori 192
1.7.7.10 Qualificazione delle specifiche di procedura di saldatura 193
1.7.7.11 Qualificazione degli addetti alle procedure di saldatura 196
1.7.7.11.1 Addetti al coordinamento 196
1.7.7.11.2 Saldatori e Operatori di saldatura 196
1.7.7.12 Prescrizioni costruttive 197
1.7.7.12.1 Generalità 197
1.7.7.12.2 Controlli preventivi 198

1.7.7.12.3 Assiemaggio dei pezzi 199
1.7.7.12.4 Preparazione dei lembi 200
1.7.7.12.5 Processo di saldatura 200
1.7.7.12.6 Raddrizzatura 201
1.7.7.12.7 Saldatura dei pioli 202
1.7.7.13 Prescrizioni concernenti i particolari strutturali 202
1.7.7.14 Modalità esecutive dei controlli non distruttivi 209
1.7.7.14.1 Prescrizioni generali 209
1.7.7.14.2 Modalità di esecuzione dei controlli 210
1.7.7.14.3 Estensione dei controlli 212
1.7.7.14.4 Intensificazione dei controlli per esito negativo 214
1.7.7.15 Qualità delle saldature 215
1.7.7.16 Modalità di riparazione 216
1.7.7.16.1 Riparazione senza nuove saldature 216
1.7.7.16.2 Riparazione con saldatura 216
1.7.7.16.3 Esecuzione degli scavi 217
1.7.7.16.4 Modalità esecutive delle riparazioni 217
1.7.7.16.5 Controlli dopo la riparazione 218
1.7.7.16.6 Resoconto delle attività di saldatura 218
1.7.7.16.7 Controllo della geometria dei profili composti saldati 219
1.7.8 MONTAGGIO IN OPERA 219
1.7.8.1 Prescrizioni generali 219
1.7.8.2 Saldature in fase di montaggio in cantiere 221
1.7.9 TRATTAMENTI SUPERFICIALI 222
1.7.9.1 Generalita' 222
1.7.9.2 Zincatura a caldo 223
1.7.9.2.1 Preparazione superficiale 224
1.7.9.3 Verniciatura 224
1.7.9.3.1 Prescrizioni e controlli in fase di applicazione 224

1.7.9.3.2 Prescrizioni generali 224
1.7.9.3.3 Condizioni di fornitura 226
1.7.9.3.4 Modalità di stoccaggio 227
1.7.9.3.5 Preparazione delle superfici 227
1.7.9.3.6 Controlli 228
1.7.9.3.7 Applicazione dei prodotti 230
1.7.9.3.8 Colore 233
1.7.9.3.9 Protezione per la spedizione 233
1.7.9.3.10 Ritocchi 233
1.7.9.3.11 Garanzia 233

2 PARATIE 236

2.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE 236

2.1.1 CAMPO DI APPLICAZIONE 236
2.1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 236
2.1.2.1 NORMATIVA NAZIONALE 237

2.2 DEFINIZIONI 237

2.3 ABBREVIAZIONI 238

2.4 ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI 238

2.4.1 CAMPO DI PROVA 240

2.5 MATERIALI 240

2.5.1 ARMATURE E CONGLOMERATO CEMENTIZIO 240
2.5.2 FANGHI STABILIZZANTI 240
2.5.3 PALANCOLE METALLICHE 241
2.5.4 MODALITA' ESECUTIVE 241
2.5.4.1 PARATIE DI PALI 241
2.5.5 DIAFRAMMI 242
2.5.5.1 Prescrizioni generali 242
2.5.5.2 Piani di lavoro 243

2.5.5.3 Cordoli guida 243
2.5.5.4 Perforazione 244
2.5.5.5 Dispositivi per la formazione dei giunti 246
2.5.5.6 Armature 246
2.5.5.7 Getto del calcestruzzo 247
2.5.5.8 PALANCOLATI 249
2.5.5.9 Prescrizioni generali 249
2.5.5.10 Infissione 250
2.5.5.11 Estrazione 251
2.5.6 CONTROLLI FINALI 251
2.5.6.1 PROVE DI CONTROLLO SONICO 252
2.5.6.2 Modalità di prova 252
2.5.6.3 Documentazione della prova 253
2.5.7 TOLLERANZE DI COSTRUZIONE 254
2.5.7.1 OBIETTIVI 254
2.5.7.2 DEFINIZIONI 254
2.5.7.3 TOLLERANZE DI COSTRUZIONE: MODALITÀ DI LETTURA 254
3 PALI E MICROPALI 256
3.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE 256
3.1.1 CAMPO DI APPLICAZIONE 256
3.1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 256
3.1.2.1 NORMATIVA NAZIONALE 257
3.1.2.2 NORMATIVA EUROPEA E NORMATIVA TECNICA 257
3.2 DEFINIZIONI 258
3.3 ABBREVIAZIONI 260
3.4 ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI 260
3.4.1 RELAZIONE TECNICO – OPERATIVA 262
3.5 PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO 263
3.5.1 MATERIALI 263

3.5.1.1 Armature metalliche 264
3.5.1.2 Rivestimenti metallici 265
3.5.1.3 Conglomerati cementizi 265
3.5.1.4 Fanghi per il sostegno dello scavo 266
3.5.2 MODALITÀ ESECUTIVE 266
3.5.2.1 Pali infissi 266
3.5.2.1.1 Pali infissi gettati in opera 266
3.5.2.1.2 Pali infissi prefabbricati 270
3.5.2.1.3 Pali trivellati 272
3.6 MICROPALI 278
3.6.1 TIPOLOGIE 278
3.6.1.1 Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive 279
3.6.1.2 Micropali a semplice cementazione 279
3.6.2 MATERIALI 280
3.6.3 MODALITA' ESECUTIVE 281
3.6.3.1 Tecniche ed attrezzature per la perforazione 281
3.6.3.2 Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive 282
3.6.3.3 Micropali a semplice cementazione 284
3.6.3.3.1 Riempimento a gravità 284
3.6.3.3.2 Riempimento a bassa pressione 285
3.7 CONTROLLI 285
3.7.1 PROVE IN CORSO D'OPERA 286
3.7.2 PROVE SU PALI STRUMENTATI 288
3.7.3 PROVE DI CONTROLLO SONICO 289
3.7.3.1 Carotaggio sonico 289
3.7.3.1.1 Descrizione della prova 289
3.7.3.1.2 Frequenza di esecuzione 289
3.7.3.1.3 Documentazione della prova 290
3.7.3.2 Prove cross-hole 290

3.7.3.2.1 Descrizione della prova 290
3.7.3.2.2 Frequenza delle prove 291
3.7.3.2.3 Documentazione della prova 291
3.7.3.3 PROVE DI AMMETTENZA MECCANICA (TRANSIENT DYNAMIC RESPONSE TEST) 292
3.7.3.3.1 Descrizione della prova 292
3.7.3.3.2 Modalità di esecuzione 292
3.7.3.3.3 Documentazione della prova 293
3.8 TOLLERANZE DI COSTRUZIONE 293
3.8.1 OBIETTIVI 293
3.8.2 DEFINIZIONI 293
3.8.3 MODALITÀ DI LETTURA 294
4 RAISE BORING 296
5 STRUMENTAZIONE E APPARATI DI TELECONTROLLO E AUTOMAZIONE 302
5.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE 302
5.2 PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE VERSO LO SCADA 302
5.2.1 CARATTERISTICHE DEGLI APPARATI PERIFERICI RTU 302
5.2.2 CARATTERISTICHE DEGLI APPARATI PERIFERICI ROUTER SWITCH 303
5.2.3 PROTOCOLLO DI COMUNICAZIONE 303
5.2.4 DIAGNOSTICA RTU 303
5.3 SPECIFICA TECNICA DEGLI APPARATI TLC 304
5.3.1 QUADRO TLC / RTU 304
5.3.2 QUADRO NETWORKING 313
5.4 STRUMENTI IN CAMPO 318
5.4.1 MISURATORI DI PORTATA ELETTROMAGNETICO 318
5.4.2 MISURATORE DI PORTATA A CORDE FONICHE 319
5.4.3 STAZIONE DI MISURA MULTIPARAMETRICA CON SENSORI ELETTROCHIMICI 320
5.4.4 MISURATORI DI QUALITÀ (MONITORAGGIO BIOLOGICO) 321

5.5 CAVI 322

5.5.1 FTP 322

5.5.2 FIBRA OTTICA 322

5.5.3 TENSIONE DI ISOLAMENTO DEI CAVI ELETTRICI 322

5.5.4 SCELTA IN FUNZIONE DELL'UTILIZZO 323

5.5.4.1 Scelta in funzione dell'utilizzo 324

5.6 PRESCRIZIONI 324

6 IMPIANTI ELETTRICI 325

6.1 TERMINI E DEFINIZIONI 326

6.2 ADEMPIMENTI DEL COMMITTENTE 327

6.3 PREZZI DI APPARECCHIATURE E LAVORAZIONI 328

7 ONERI DELL'APPALTATORE 329

7.1 PREMESSA 329

7.2 POSSESSO DEI REQUISITI TECNICO PROFESSIONALI 330

7.3 OFFERTE E COMPUTI METRICI 330

7.4 METODOLOGIA OPERATIVA 331

7.5 FORNITURA E QUALITA' DEI MATERIALI 331

7.6 TRASPORTO E RESA DEI MATERIALI 333

7.7 MONTAGGI ED INSTALLAZIONI 334

7.7.1 MARCATURA DEI COMPONENTI 336

7.7.2 SIGILLATURE E RIPRISTINI 336

7.8 SCELTA ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI DA PARTE DELLA D.L. 336

7.9 COMPLETAMENTO MECCANICO 337

7.10 COMMISSIONING 339

7.11 CONSERVAZIONE DEGLI IMPIANTI 339

7.12 DANNI DI FORZA MAGGIORE 339

7.13 PARTI DI RICAMBIO E ATTREZZATURE SPECIALI 340

7.14 GARANZIE 340

7.14.1 GARANZIE MECCANICHE 341

7.14.2 GARANZIE DI PROCESSO / FUNZIONAMENTO 341

7.15 MODIFICHE AGLI IMPIANTI 341

7.16 ULTERIORI PRESCRIZIONI 341

7.17 ORGANIZZAZIONE 342

8 PROVE, VERIFICHE & COLLAUDI 343

8.1 VERIFICHE PRELIMINARI 343

8.2 COLLAUDI 343

8.2.1 COLLAUDO DI TIPO 344

8.2.2 COLLAUDO DI ACCETTAZIONE (INDIVIDUALE) 344

8.2.3 COLLAUDO DI SIMULAZIONE 344

8.2.4 COLLAUDO OPZIONALE 344

8.3 VERIFICHE FINALI (A CORREDO DELLA DICHIARAZIONE DI CONFORMITA') 345

8.4 DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' 345

9 DOCUMENTAZIONE FINALE DI IMPIANTO (A CARICO DELL'APPALTATORE) 346

9.1 RED MARK-UP 346

9.2 VOLUME 1 - PROVE, VERIFICHE & COLLAUDI 346

9.2.1 SEZIONE I. - ESAMI A VISTA 347

9.2.2 SEZIONE II. – VERIFICHE STRUMENTALI 347

9.2.3 SEZIONE III. – CERTIFICATI DI TARATURA 348

9.2.4 SEZIONE IV – COLLAUDI DI TIPO 348

9.2.5 SEZIONE V - COLLAUDO DI ACCETTAZIONE (INDIVIDUALE) 348

9.2.6 SEZIONE VI – COLLAUDO DI SIMULAZIONE 348

9.2.7 SEZIONE VII - COLLAUDO OPZIONALE 349

9.3 VOLUME 2 – MECHANICAL BOOK 349

9.3.1 SEZIONE I – AS BUILT 351

9.3.2 SEZIONE II – SPECIFICHE DELLE APPARECCHAITURE 352

9.3.3 SEZIONE III – USO & MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI 352

9.3.4 SEZIONE IV – DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' 353

10 CAVI ELETTRICI & SPECIALI 354

10.1 SEPARAZIONE CAVI DI ENERGIA E CAVI DI SEGNALE 354

10.2 PRINCIPALI TIPOLOGIE DI CAVI UTILIZZATI 354

10.2.1 RG7H1R 1,8/3 KV ÷ 26/45KV – MEDIA TENSIONE. ENERGIA 355

10.2.2 RG7H1OR 1,8/3 KV ÷ 18/30KV – MEDIA TENSIONE. ENERGIA 356

10.2.3 RG7H1M1 12/20 KV O 18/30KV – MEDIA TENSIONE. ENERGIA 357

10.2.4 RG7H1ONM1 12/20 KV – MEDIA TENSIONE. ENERGIA 359

10.2.5 FG16(O)R16 0,6/1 KV - BASSA TENSIONE, ENERGIA, SEGNALAMENTO & COMANDO 360

10.2.6 FG16(O)M16 0,6/1 KV - BASSA TENSIONE, ENERGIA, SEGNALAMENTO & COMANDO 362

10.2.7 FTG18(O)M18 0,6/1 KV - BASSA TENSIONE, ENERGIA, SEGNALAMENTO & COMANDO 363

10.2.8 FS17 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO 365

10.2.9 FG17 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO 366

10.2.10 H07Z1-K TYPE 2 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO ... 368

10.2.11 PBS-R 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO, SEGNALAMENTO & COMANDO - 369

10.2.12 H07RN8-F 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO, SEGNALAMENTO & COMANDO 370

10.2.13 PEZZATURE 372

10.2.14 PRESCRIZIONI DI POSA 372

10.2.15 INDIVIDUAZIONE DEI CAVI ELETTRICI 373

10.2.16 RAGGI DI CURVATURA 374

10.3 CAVI PER RETE DATI & SISTEMA DI SUPERVISIONE 374

10.3.1 CARATTERISTICHE DEI CAVI IN RAME PER RETE ETHERNET 374

10.3.1.1 CARATTERISTICHE GENERALI ED ELETTRICHE 374
10.3.1.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE E CHIMICHE..... 374
10.3.1.3 SCHEDA DESCRITTIVA DEI CAVI IN RAME PER RETE ETHERNET 375
10.3.2 CARATTERISTICHE DEI CAVI IN RAME PER RETE PROFIBUS..... 376
10.3.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI ED ELETTRICHE 376
10.3.2.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE E CHIMICHE..... 376
10.3.2.3 SCHEDA DESCRITTIVA DEI CAVI IN RAME PER RETE ETHERNET 378
11 DISTRIBUZIONE PRINCIPALE & SECONDARIA..... 379
11.1 PROTEZIONE MECCANICA DEI CONDUTTORI..... 379
11.2 POSA DEI CONDUTTORE A BASSE TEMPERATURE 379
11.3 TUBI PORTACAVI 379
11.3.1 TUBAZIONI INSTALLATE "A VISTA"..... 380
11.3.2 TUBAZIONI INSTALLATE "SOTTO TRACCIA" 381
11.3.3 TUBAZIONI IN ACCIAIO 382
11.4 CUNICOLI 383
11.5 CAVIDOTTI INTERRATI 384
11.6 CRITERI DI POSA PER CAVI & TUBAZIONI INTERRATE..... 385
11.7 CANALIZZAZIONI METALLICHE..... 388
11.8 CANALIZZAZIONI IN PVC..... 390
11.9 SCATOLE DI DERIVAZIONE 391
11.10 POZZETTI 393
11.10.1 POZZETTI IN CLS..... 394
11.10.2 POZZETTI IN VETRORESINA 395
11.10.3 POZZETTI DI TERRA..... 395
11.10.4 GIUNZIONI..... 396
12 ALIMENTAZIONI 398
12.1 ALIMENTAZIONI DA ESTERNO IP4X/55 398
12.2 ALIMENTAZIONI SU PARTI COMBUSTIBILI 398

13 IMPIANTO DI TERRA 399

13.1 GENERALITA' 399

13.2 COLLETTORE PRINCIPALE DI TERRA 399

13.3 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI PRINCIPALI 399

13.4 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI SUPPLEMENTARI 400

13.5 COLLEGAMENTI CONDUTTORI DI PROTEZIONE 400

13.6 CONTROLLO IMPIANTO DI TERRA 400

14 QUADRI ELETTRICI MT 401

14.1 SCOPO 401

14.2 AMBIENTE OPERATIVO 401

14.3 REQUISITI & CARATTERISTICHE FUNZIONALI 401

14.3.1 DIMENSIONAMENTO ELETTRICO 401

14.3.2 AMPLIABILITA' 402

14.3.3 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE 402

14.3.3.1 PRESCRIZIONI GENERALI SUI MATERIALI 402

14.3.3.2 STRUTTURA ED INVOLUCRO 402

14.3.3.3 DIAFRAMMI ED OTTURATORI 403

14.3.3.4 SISTEMI DI SBARRE 404

14.3.3.5 COLLEGAMENTO A TERRA 405

14.3.3.6 CIRCUITO PRINCIPALE 405

14.3.3.7 CIRCUITI AUSILIARI 409

14.3.3.8 STRUMENTI 411

14.3.3.9 CONDUTTORI PER CABLAGGI AUSILIARI 412

14.3.3.10 MORSETTI DI CONNESSIONE 413

14.3.3.11 RICHIESTE AGGIUNTIVE PER QUADRI ELETTRICI DI MEDIA E ALTA TENSIONE AVENTI COMPARTIMENTI CON GAS IN PRESSIONE 414

14.3.3.12 TARGHE 414

14.3.3.13 RESISTENZA ANTICONDENSA 415

14.3.3.14 ACCESSORI DI MONTAGGIO 415

14.3.3.15 ACCESSORI DI MONTAGGIO 415

14.3.3.16 PARTI DI RICAMBIO (PER PRE-COMMISIONG; COMMISSIONING & MESSA IN ESERCIZIO)415

14.3.3.17 TRATTAMENTI E VERNICIATURE 416

14.4 LIMITI, ESCLUSIONI & DEVIAZIONI 417

14.5 ERGONOMIA 417

14.6 SICUREZZA 417

14.6.1 PRESCRIZIONI GENERALI 417

14.7 RICHIESTE AGGIUNTIVE PER QUADRI ELETTRICI DI MEDIA E ALTA TENSIONE INTELLIGENTI 419

14.7.1 INTRODUZIONE 419

14.7.2 REQUISITI DI BASE 419

14.7.3 REQUISITI FUNZIONALI 420

14.8 REQUISITI COSTRUTTIVI 423

14.9 SOFTWARE 423

15 QUADRI ELETTRICI BT 425

15.1 SCOPO 425

15.2 GENERALITA' 425

15.3 CARATTERISTICHE NOMINALI 426

15.4 ARMADI ED INVOLUCRI 427

15.5 AMPLIABILITÀ 427

15.6 TRATTAMENTI SUPERFICIALI 427

15.7 SISTEMI DI SBARRE 429

15.8 APPARECCHIATURE 430

15.9 INTERRUTTORI NON AUTOMATOCI 430

15.10 INTERRUTTORI AUTOMATICI 431

15.11 CONTATTORI 432

15.12 RELE' DI PROTEZIONE 432

15.13 TRASFORMATORI DI CORRENTE E DI TENSIONE (TA, TV) 433

15.14 AVVIATORI PER PARTENZE MOTORI 433

15.15 PARTI ASPORTABILI ED ESTRAIBILI 434

15.16 CIRCUITI AUSILIARI 434

15.17 RELE' AUSILIARI 435

15.18 TRASDUTTORI 436

15.19 PULSANTI 436

15.20 LAMPADE DI SEGNALAZIONE 436

15.21 TRASFORMATORI DI ALIMENTAZIONE 437

15.22 STRUMENTI 437

15.23 LIMITATORI DI SOVRATENSIONE 438

15.24 CONDUTTORI E CABLAGGI 439

15.25 MORSETTI DI CONNESSIONE 441

15.26 TARGHE E CONTRASSEGNI APPARECCHIATURE 442

15.27 SCALDIGLIA ANTICONDENSA 442

15.28 ACCESSORI DI MONTAGGIO E ATTREZZATURE 443

15.29 ACCESSIBILITA' 444

15.30 SICUREZZA 444

15.30.1 PRESCRIZIONI GENERALI 444

15.30.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTRATTI DIRETTI 444

15.30.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI 445

15.30.4 PROTEZIONE CONTRO I GUASTI INTERNI 445

15.30.5 RESISTENZA AL FUOCO 446

16 QUADRI ELETTRICI A CASSETTI TIPO MCC 447

16.1 SCOPO 447

16.2 CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA 447

16.3 COMPOSIZIONE DELLA FORNITURA 447

16.4 COMPOSIZIONE DEL QUADRO 447

16.5 STRUTTURA 448

16.6 SEGREGAZIONE DELLE APPARECCHIATURE 449

16.7 CASSETTI ED INTERBLOCCHI 450

16.8 VANO CAVI 452

16.9 SBARRE 452

16.10 UNITA' TIPICHE 453

16.10.1 ARRIVO LINEA 453

16.10.2 PARTENZE MOTORI 453

16.11 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE 454

16.11.1 INTERRUTTORE DI MANOVRA SEZIONATORE 454

16.11.2 CONTATTORI 454

16.11.3 RELÈ TERMICI 454

16.11.4 FUSIBILI DI POTENZA 454

16.11.5 FUSIBILI CIRCUITI AUSILIARI 455

16.11.6 RIDUTTORI DI CORRENTE 455

16.11.7 RELÈ E STRUMENTI 455

16.11.8 RISCALDATORI 455

16.12 CIRCUITI DI POTENZA & COMANDO 456

16.12.1 CIRCUITI DI POTENZA 456

16.12.2 CIRCUITI DI COMANDO 456

16.12.3 CABLAGGI 457

16.13 TARGHE 457

16.14 VERNICIATURA 457

16.15 PARTI DI RICAMBIO 457

17 VARIATORI DI VELOCITA' 459

17.1 INTERFACCIA OPERATORE 459

17.2 COMUNICAZIONE 459

17.3 INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE 459

17.4 REQUISITI DELL'INVERTER 459

17.5 CARATTERISTICHE GENERALI COMUNI ALL'INSIEME DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI L'INVERTER 460

17.6 CARATTERISTICHE MINIME DI FUNZIONAMENTO RICHIESTE 460

17.7 PROTEZIONI MINIME RICHIESTE 461

17.8 FUNZIONALITÀ E REGOLAZIONI 463

17.9 FUNZIONI DI SORVEGLIANZA 464

18 SISTEMI DI RIFASAMENTO AUTOMATICO 466

19 GRUPPI ELETTROGENI 467

19.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA AUTOMATICO DI GESTIONE DEL GRUPPO ELETTROGENO. 467

19.2 PRESTAZIONI 467

19.3 COMPOSIZIONE DEL GRUPPO ELETTROGENO 467

19.3.1 ARRESTO DI EMERGENZA 472

19.4 SERBATOIO DI STOCCAGGIO INTERRATO 472

19.5 SERBATOIO DI STOCCAGGIO DA ESTERNO 473

19.6 IMPIANTO DI RABOCCO AUTOMATICO 474

20 GRUPPI DI CONTINUITA' IN CORRENTE ALTERNATA 476

20.1 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO 476

20.1.1 CONDIZIONI AMBIENTALI 476

20.1.2 DISPOSITIVI DI ALIMENTAZIONE 476

20.2 ASPETTI TECNICI 476

20.2.1 GENERALITÀ 477

20.2.2 RADDRIZZATORE 478

20.2.3 REGOLAZIONE DELLA TENSIONE 479

20.2.4 LIMITAZIONI DI CORRENTE 479

20.2.5 FUNZIONAMENTO DEL RADDRIZZATORE 480
20.2.6 FUNZIONAMENTO A LIVELLO DI MANTENIMENTO 480
20.2.7 OPERAZIONE DI RICARICA 481
20.2.8 OPERAZIONE DI AUMENTO DELLA CARICA. 481
20.2.9 BATTERIE 482
20.2.10 INVERTER CC/CA 482
20.2.10.1 FUNZIONAMENTO SOTTO CONDIZIONI DI REGIME PERMANENTE 482
20.2.10.2 FUNZIONAMENTO SOTTO REGIME TRANSITORIO 483
20.2.10.3 SOVRACCARICO 483
20.2.10.4 SINCRONIZZAZIONE 483
20.2.11 COMMUTATORE STATICO CON BY-PASS MANUALE 484
20.2.12 TRASFORMATORI 484
20.2.13 REGOLATORE DI TENSIONE 484
20.2.14 PANNELLO DI DISTRIBUZIONE 484
20.3 RICHIESTE COSTRUTTIVE 484
20.3.1 PANNELLI 484
20.3.2 CIRCUITI AUSILIARI E DI POTENZA 485
20.3.3 TERMINALI 486
20.3.4 STRUMENTI DI MISURA 486
20.3.5 RELÈ DI PROTEZIONE E SEGNALAMENTO 487
20.3.6 INTERRUTTORI E SEZIONATORI 487
20.3.7 MESSA A TERRA 487
20.3.8 RESISTENZE ANTICONDENSA (SPACE HEATERS) 487
20.3.9 TARGHE 487
20.3.10 FINITURA 488
21 MOTORI 489
21.1 PREMESSA 489
21.2 DEFINIZIONI 489

21.3 AMBIENTE OPERATIVO 490
21.4 REQUISITI FUNZIONALI 490
21.4.1 SERVIZIO E CARATTERISTICHE NOMINALI 490
21.4.2 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO 490
21.5 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE 491
21.5.1 GENERALITÀ 491
21.5.2 GRADO DI PROTEZIONE MINIMO 491
21.5.3 AVVOLGIMENTI 491
21.5.4 SCATOLE PER I TERMINALI (MORSETTIERE) 492
21.5.5 ROTORE E VENTOLE 493
21.5.6 CUSCINETTI E SISTEMA DI LUBRIFICAZIONE 494
21.5.7 VIBRAZIONI 495
21.5.8 ACCOPPIAMENTO 495
21.5.9 METODI DI MISURA DELLA TEMPERATURA 495
21.5.10 ACCESSORI E AUSILIARI 496
21.5.11 ACCESSORI DI MONTAGGIO E ATTREZZATURE 498
21.5.12 PARTI DI RICAMBIO PER LA MESSA IN ESERCIZIO 498
21.6 ERGONOMIA 498
21.7 SICUREZZA 498
21.7.1 PRESCRIZIONI GENERALI 498
21.7.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI 499
22 ILLUMINAZIONE 500
22.1 APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE NORMALE E DI EMERGENZA PER LOCALI TECNICI 500
22.2 ARMATURE STRADALI 501
22.2.1 PALI DI SOSTEGNO 502
22.2.1.1 SBRACCI PER PALI 504
22.3 ILLUMINAZIONE DELLE VIE DI ESODO 504

23 GRUPPI PRESE INDUSTRIALI 506

24 COMPONENTI DELLA SERIE CIVILE COMPONIBILE 508

24.1 GENERALITA' 508

24.2 PRESCRIZIONI GENERALI DI INSTALLAZIONE 509

24.3 PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE PRESE A SPINA 509

24.4 PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE PRESE DATI 510

1 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO E OPERE IN ACCIAIO

1.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Le prescrizioni contenute si applicano al conglomerato cementizio per usi strutturali, armato e non, ordinario e precompresso, gettato in opera o prefabbricato.

Nel seguito sono definite:

- le caratteristiche d'idoneità per le miscele di calcestruzzo e i loro componenti,
- le caratteristiche d'idoneità per gli acciai d'armatura e di precompressione,
- le prescrizioni relative alla produzione e al trasporto dei materiali impiegati,
- le modalità esecutive applicabili al fine di ottenere le migliori caratteristiche prestazionali per i materiali richieste dal progetto approvato e di garantire la qualità e durabilità delle opere.

Sono altresì indicati i requisiti riguardo alle malte cementizie per iniezione delle guaine nella post-tensione delle travi e alle malte da utilizzare per i ripristini strutturali e per le rasature delle superfici.

Salvo quanto diversamente indicato nel contratto d'appalto, i controlli, i requisiti e le prescrizioni descritti nel seguito devono integralmente applicarsi a tutte le opere appaltate ad ACEA per la cui realizzazione è previsto l'impiego di almeno 300 m di calcestruzzo.

Per opere che prevedano l'impiego di quantità complessive di calcestruzzo minori di tale limite, si rimanda alle prescrizioni e ai controlli previsti dalle norme di legge vigenti.

1.2 OPERE IN ACCIAIO

Le prescrizioni contenute, si applicano all'acciaio per carpenteria metallica, le proprietà meccaniche e chimiche del materiale;

- le procedure di controllo dei materiali e delle lavorazioni;
- le caratteristiche dimensionali e di impiego;

- i controlli da eseguire in fase di premontaggio e/o montaggio
- le caratteristiche del trattamento protettivo.

1.3 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo alle norme di legge, istruzioni e normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento e nelle sezioni di Capitolato richiamate nel testo. Si elenca di seguito la principale documentazione e normativa di riferimento.

1.3.1 NORMATIVA NAZIONALE

- Legge 5/11/1071 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica."
- DM Infrastrutture 17/01/2018 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare esplicativa del 21 gennaio 2019, n. 617/C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni»;
- DM n “Criteri e modalità per il rilascio dell’abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione”;
- Legge 26/5/1965 n.595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici";
- DPR 380/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive - del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida sul calcestruzzo strutturale - del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee guida per la produzione, il trasporto ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato - del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;

1.3.1.1 NORMATIVA EUROPEA

Calcestruzzo:

- UNI EN 206:2014 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI EN 12350-2:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 2: Prova di abbassamento al cono;
- UNI EN 12350-5:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 5: Prova di spandimento alla tavola a scosse;
- UNI EN 12350-7:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 7: Contenuto d'aria - Metodo per pressione;
- UNI EN 12350-6:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 6: Massa volumica;
- UNI EN 12390-2:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza;
- UNI EN 12390- : 9 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini;
- UNI EN 12390-5:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 5: Resistenza a flessione dei provini;
- UNI EN 12390-6:2010 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 6: Resistenza a trazione indiretta dei provini;
- UNI EN 12390-7:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 7: Massa volumica del calcestruzzo indurito;
- UNI EN 12390-8:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione;
- UNI EN 12390-13:2013 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 13: Determinazione del modulo di elasticità secante in compressione;
- UNI EN 12504-1:2009 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione;
- UNI EN 12504-2:2012 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte

2: Prove non distruttive – Determinazione dell'indice sclerometrico;

- UNI EN 12504-3:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione;
- UNI EN 12504-4:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici;
- UNI EN 13670:2010 Esecuzione di strutture di calcestruzzo.

Acciaio:

- UNI EN 10080:2005 Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile – Generalità;
- UNI EN ISO 15630-2:2010 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 2: Reti saldate;
- UNI EN ISO 15630-3:2010 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso;
- UNI EN ISO 15630-1:2010 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 1: Barre, rotoli e fili;
- UNI EN 1090-2 - Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio;
- UNI EN ISO "Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici;
- UNI EN ISO 3834-2 Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 2: Requisiti di qualità estesi;
- UNI EN 10210 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali;
- UNI EN 10219- : Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura;

- UNI EN 10163- : Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 2: Lamiere e larghi piatti;
- UNI EN 10163- : Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Parte 3: Profilati;
- UNI EN 10025- : Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;
- UNI EN 10025- : Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;
- UNI EN 10025- : Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;
- UNI EN 10025- : Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;
- UNI EN 10160: Controllo con ultrasuoni di prodotti piani di acciaio con spessore maggiore o uguale a 6 mm (metodo per riflessione);
- UNI EN ISO 1461: Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova;
- UNI EN 14399-4:2015 Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 4: Sistema HV - Assiemi vite e dado esagonali;
- UNI EN 14399- : Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 10: Sistema HRC - Assiemi vite e dado con serraggio calibrato;
- UNI EN 14399- : Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 6: Rondelle piane bisellate;

  UNI EN ISO 7090:2001 Rondelle piane, smussate - Serie normale - Categoria A;

- UNI EN ISO 898 - :2013 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine;
- UNI EN ISO 898- :2012 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine;
- UNI EN ISO 4759-1:2001 Tolleranze per elementi di collegamento - Viti, viti prigioniere e dadi - Categorie A, B e C;
- UNI EN ISO 8501 Preparazione di substrati di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti correlati - Valutazione visiva del grado di pulitura della superficie;
- UNI EN ISO 8503 Preparazione di supporti di acciaio prima dell'applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura;
- UNI EN ISO 2808:2007 Pitture e vernici - Determinazione dello spessore del film;
- UNI EN ISO 9117-3:2010 Pitture e vernici - Prove di essiccamento - Parte 3: Prova di essiccamento superficiale mediante il metodo delle perline di vetro;
- UNI EN ISO 6504-1:2006 Pitture e vernici - Determinazione del potere coprente - Parte 1: Metodo di Kubelka-Munk per pitture bianche e chiare;
- UNI EN ISO 6504-3:2007 Pitture e vernici - Determinazione del potere coprente - Parte 3: Determinazione del rapporto di contrasto di pitture di colore chiaro a una resa fissata;
- UNI EN ISO 3251:2008 Pitture, vernici e materie plastiche - Determinazione del contenuto di sostanze volatili;
- UNI EN ISO 2811-1:2016 Pitture e vernici – Determinazione della densità – Parte 1: Metodo col picnometro;
- UNI EN ISO 4624:2016 Pitture e vernici – Test di trazione (pull-off test) per adesione;

- UNI EN ISO 2409:2013 Pitture e vernici - Prova di quadrettatura;
- UNI EN ISO 12944 - Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura;
- UNI EN ISO 9227:2012 Prove di corrosione in atmosfere artificiali - Prove di nebbia salina;
- UNI EN ISO 10025 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali;
- UNI EN 10025- : Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;
- UNI EN ISO 15528:2014 Pitture, vernici e materie prime per pitture e vernici - Campionamento
- UNI EN ISO 1513:2010 Pitture e vernici - Controllo e preparazione dei campioni di prova;
- UNI EN ISO 1514:2005 Pitture e vernici - Pannelli unificati per le prove;
- EN ISO 1514:2016 Paints and varnishes - Standard panels for testing (ISO 1514:2016);
- UNI EN ISO 4628 Pitture e vernici – Valutazione della degradazione dei rivestimenti;
- UNI EN ISO 16474-3:2014 Pitture e vernici - Metodi per l'esposizione a sorgenti di luce di laboratorio - Parte 3: Lampade UV fluorescenti;
- UNI EN ISO 3231:1999 Pitture e vernici - Determinazione della resistenza alle atmosfere umide contenenti diossido di zolfo;
- UNI EN ISO 6272 - Prove di deformazione rapida (resistenza all'urto).

Aggregati:

- UNI EN 932-3:2004 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata;
- UNI EN 1097-5:2008 Prove per determinare le proprietà meccaniche e

fisiche degli aggregati - Parte 5: Determinazione del contenuto d'acqua per essiccazione in forno ventilato;

- UNI EN 1097-6:2013 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 6: Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua;
- UNI EN 12620:2008 Aggregati per calcestruzzo.

Aggiunte:

- UNI EN 450-1:2012 Ceneri volanti per calcestruzzo - Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;
- UNI EN 13263-1:2009 Fumi di silice per calcestruzzo - Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;
- UNI EN 15167- : Loppa d'altoforno granulata macinata per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 1: Definizioni, specifiche e criteri di conformità.
- UNI EN 12878:2014 Pigmenti per la colorazione dei materiali da costruzione a base di cemento e/o calce - Requisiti e metodi di prova.

Additivi:

- UNI EN 480-4:2006 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;
- UNI EN 934-2:2012 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo **-** Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-4:2009 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 4: Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti,conformità, marcatura ed etichettatura.

Acqua di impasto:

- UNI EN 1008:2003 Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le

acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo.

Cemento:

- UNI EN 196-9:2010 Metodi di prova dei cementi - Parte 9: Calore d'idratazione - Metodo semiadiabatico;
- UNI EN 197-1:2011 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.

Calcestruzzi precompressi e prefabbricati:

- UNI EN 445:2007 Boiacca per cavi di precompressione - Metodi di prova;
- UNI EN 523:2005 Guaine in fogli di acciaio per cavi di precompressione - Terminologia, prescrizioni, controllo della qualità;
- UNI EN 13369:2013 Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo.

Calcestruzzo proiettato:

- UNI EN 14487-1:2006 Calcetsruzzo proiettato – Parte 1: Definizioni, specificazioni e conformità;
- UNI EN 14487-2:2007 Calcestruzzo proiettato - Parte 2: Esecuzione;
- UNI EN 14488-1:2005 Prove sul calcestruzzo proiettato – Parte 1: Campionamento sul calcestruzzo fresco e sul calcestruzzo indutito;
- UNI EN 14488-2:2006 Prove sul calcestruzzo proiettato – Parte 2: Resistenza alla compressione del calcestruzzo spruzzato giovane;
- UNI EN 14488-4:2005 Prove sul calcestruzzo proiettato – Parte 4: Aderenza per trazione diretta sulle carote;
- UNI EN 14488-6:2006 Prove sul calcestruzzo proiettato – Parte 6: Spessore del calcestruzzo su un supporto;

Malte di cemento:

- UNI EN 1504-2:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Sistemi di protezione delle superfici di calcestruzzo;

- UNI EN 1504-3:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 3: Protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo;
- UNI EN 1504- : Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo – Parte : Ancoraggio dell'armatura di acciaio;
- UNI EN 1504- : Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo
  - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 10: Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori;
- UNI EN 1015- : Metodi di prova per malte per opere murarie - Parte 17: Determinazione del contenuto di cloruro solubile in acqua delle malte fresche;
- UNI EN 12190:2000 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione;
- UNI EN 196- : Metodi di prova dei cementi - Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche;
- UNI EN 13412:2007 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione del modulo elastico in compressione;
- UNI EN 1542:2000 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Misurazione dell'aderenza per trazione diretta;
- UNI EN 13687- : Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo
  - Metodi di prova - Determinazione della compatibilità termica - Cicli di gelo-disgelo con immersione in sali disgelanti;
- UNI EN 12615:2001 Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle

strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della resistenza al taglio;

- UNI EN 13057:2003 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione dell'assorbimento capillare.
- UNI EN 13295:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della resistenza alla carbonatazione;

Pitture e vernici:

- UNI EN 1062- : Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;
- UNI EN 1062- : Pitture e vernici - Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica
- UNI EN 1062- : Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni - Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura;
- UNI EN 1062- : Pitture e vernici - Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Metodi di condizionamento prima delle prove;
- UNI EN ISO 7783 Pitture e vernici - Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo - Metodo della capsula.

Altro:

- UNI EN ISO 9001:2015 Sistemi di gestione per la qualita' – Requisiti;
- UNI CEI EN ISO /IEC 17021 del 2011: Valutazione della conformità – Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione.

1.3.1.2 DOCUMENTAZIONE TECNICA

- UNI 11201:2007 Prove sul calcestruzzo fresco - Determinazione del

contenuto di acqua;

- UNI 7087:2002 Calcestruzzo - Determinazione della resistenza al degrado per cicli di gelo e disgelo;
- UNI 7123:1972 Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione;
- UNI 8147:2008 Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi - Determinazione dell'espansione contrastata della malta;
- UNI 8520-1:2015 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 1: Designazione e criteri di conformità;
- UNI 8520-2:2016 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 2: Requisiti;
- UNI 8520-22:2002 Aggregati per confezioni di calcestruzzi - Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;
- UNI 8866-1:2009 Prodotti disarmanti - Definizioni e classificazione;
- UNI 8866-2:1986 Prodotti disarmanti – Prova dell'effetto disarmante alle temperature di 20 e 80 gradi C. su superfici di acciaio e legno trattato;
- UNI 9156:1997 Classifica e definisce i requisiti dei cementi resistenti all'azione aggressiva (espansiva) dei solfati contenuti nelle acque e nei terreni;
- UNI 9156:2015 Cementi resistenti ai solfati - Classificazione e composizione;
- UNI 9606:1997 Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione;
- UNI 9944:1992 Corrosione e protezione dell'armatura del calcestruzzo. Determinazione della profondità di carbonatazione e del profilo di penetrazione degli ioni cloruro nel calcestruzzo;
- UNI 10622:1997 Barre e vergella (rotoli) di acciaio d armatura per cemento armato, zincati a caldo;

- UNI 11039-1:2003 Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio - Definizioni, classificazione e designazione;
- UNI 11104:2016 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206;
- UNI 11307:2008 Prove sul calcestruzzo indurito – Determinazione del ritiro;
- UNI 11417- : Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Parte 2: Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;
- UNI 11417- : Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Parte 1: Istruzioni per ottenere la resistenza alle azioni aggressive;
- UNI 11530:2014 Determinazione della potenziale reattività agli alcali degli aggregati per calcestruzzo – esame petrografico di dettaglio per la determinazione dei costituenti potenzialmente reattivi agli alcali
- UNI 8998:1987 Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d' acqua d' impasto essudata;
- ETAG 001:1997 Linee guida per il B.T.E di ancoranti metallici da utilizzare nel calcestruzzo.
- ISO 14001: Sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso;
- Istruzione CNR UNI 10011 - "Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione".
- ASTM D714 - : Standard test method for evaluating degree of blistering of paints;
- UNI 136 "Chiodi da ribadire. Chiodi a testa tonda stretta".
- UNI 139 "Chiodi da ribadire. Chiodi a testa svasata piana"
- UNI 5715: Piastrine per carpenteria per appoggio su ali di travi IPN (inclinazione 14%).
- UNI 5716: Piastrine per carpenteria per appoggio su ali di travi UPN

(inclinazione 8%).

1.4 DEFINIZIONI

Di seguito sono indicate le seguenti definizioni:

- ESECUTORE: soggetto incaricato dell'esecuzione dei lavori (Appaltatore/Costruttore/General Contractor/Contraente Generale);
- PRODUTTORE:soggetto incaricato della fornitura dei materiali da costruzione o degli elementi accessori.

Si rappresenta che essendo l'ESECUTORE responsabile della qualità del materiale impiegato, e quindi del rispetto delle prescrizioni di legge e di quelle contenute nella presente sezione del capitolato, nel testo ci si riferisce a detta figura anche nel caso si prescrivano attività o controlli che esegue lo stabilimento di produzione.

1.5 ABBREVIAZIONI

Di seguito sono indicati i simboli utilizzati all'interno della presente sezione di capitolato

- c.a.:cemento armato;
- c.a.p.: cemento armato precompresso;
- C: classe di resistenza;
- S.T.C.: Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- CE: Comunità Europea
- D.M.: Decreto Ministeriale

1.6 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

1.6.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Al fine di verificare la rispondenza delle opere eseguite alle specifiche e agli standard prefissati, l'ESECUTORE deve eseguire o far eseguire a proprie spese tutte le prove e i controlli di legge, quelli previsti dalle presenti prescrizioni, nonché quelli integrativi richiesti ad ACEA in base a motivate esigenze tecniche, ovvero dal

Collaudatore statico e/o dalla Commissione di Collaudo. I controlli in fase di qualifica, di accettazione ed eventualmente, a discrezione di ACEA. Le prove complementari di cui al DM 17/01/2018, devono essere effettuate presso un Laboratorio Ufficiale/Autorizzato (nel seguito, U/A) relativi certificati devono essere registrati dall'ESECUTORE su apposita documentazione di controllo specifica per l'esecuzione di ciascuna opera.

Per tutti i tipi di prova l'ESECUTORE deve fornire la manodopera, le attrezzature, predisporre le eventuali opere provvisionali ed i ponteggi in quantità e tipologie adeguate all'esecuzione delle prove medesime, nel rispetto delle garanzie di sicurezza durante le fasi operative. Resta inteso che il ripristino integrale delle parti d'opera interessate da prove e prelievi è da intendersi a carico dell'ESECUTORE e deve essere eseguito con materiali e modalità approvati da ACEA.

Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni, compresi quelli necessari per il prelievo, confezionamento, trasporto dei campioni di materiali da sottoporre a prove fisiche–chimiche-meccaniche, nonché i costi di esecuzione di queste ultime presso i Laboratori Ufficiali/Autorizzati, si intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali.

Nel caso d'esecuzione di opere che, per effetto di operazioni successive, risultassero inaccessibili o comunque non più ispezionabili, prima di procedere con le operazioni successive, l'ESECUTORE deve darne informazione ad ACEA nei tempi previsti contrattualmente per l'effettuazione del controllo. Nel caso in cui l'ESECUTORE non ottemperi a quanto sopra, per eseguire le constatazioni previste contrattualmente e dalla normativa, ACEA potrà richiedere, a cura e spese dell'ESECUTORE, la messa a nudo delle parti non più visibili o che siano rese comunque accessibili le porzioni d'opera preventivamente non ispezionate.

Nel caso in cui la progettazione sia in carico all'ESECUTORE, lo stesso è tenuto a presentare ad ACEA, in tre copie, i calcoli di stabilità e i disegni esecutivi, completi in ogni dettaglio, di tutte le strutture in cemento armato normale e precompresso. Il progetto dovrà contenere le indicazioni relative alla classe di resistenza, classe di consistenza, diametro massimo degli inerti e classi di esposizione dei calcestruzzi da impiegare per le diverse parti d'opera, nel rispetto delle prescrizioni nel seguito

riportate. ACEA esaminerà i calcoli ed i disegni presentati e ne restituiranno un esemplare all'ESECUTORE medesimo per l'esecuzione dei lavori con le eventuali osservazioni e con la richiesta delle modifiche, se ritenute necessarie. Queste saranno introdotte nei progetti a cura e spese dell'ESECUTORE senza che questi possa, per conseguenti eventuali intralci o ritardi sullo sviluppo dei lavori, avanzare pretese d'indennizzi o rimborsi Senza l'approvazione da parte di ACEA non potrà essere dato inizio ai lavori di costruzione.

L'approvazione da parte di ACEA dei calcoli e dei disegni presentati dall'ESECUTORE e l'introduzione in essi di qualsiasi modifica non esclude né attenua la responsabilità che deriva all'ESECUTORE dalle vigenti leggi.

1.6.2 REQUISITI DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo dovrà essere prodotto con processo industrializzato, tenendo conto che, ai sensi del citato DM 17/1/2018, per "calcestruzzo confezionato con processo industrializzato" s'intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzative sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso. Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo devono essere idonei a una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto. Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti di legge e che tale rispondenza sia mantenuta fino all'impiego

Il sistema di controllo della produzione del calcestruzzo confezionato con processo industrializzato (FPC), predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle "Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato" elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Detto sistema deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021, autorizzati dal suddetto Servizio Tecnico Centrale sulla base dei criteri di cui al DM

9/5/2003 n.156. Ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato deve indicare gli estremi di tale certificazione.

Il Direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi.

Il sistema automatico di gestione e controllo dell'impianto deve permettere la stampa delle informazioni relative ad ogni carico; la relativa bolla di accompagnamento deve contenere le seguenti informazioni:

- nome dell'impianto di betonaggio;
- n° identificativo del mix prodotto;
- classe di resistenza caratteristica;
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza;
- metri cubi caricati/trasportati;
- riferimenti di ACEA e dell'ESECUTORE richiedente la fornitura;
- cantiere di destinazione;
- opera e parte d'opera cui si riferisce la fornitura;
- data e ora di fine carico del mix prodotto, di arrivo in cantiere, d'inizio scarico e di fine scarico;
- identificazione (targa) del mezzo di trasporto;
- materiali componenti il mix con indicati:
  - per gli aggregati: la pezzatura nominale e la cava di provenienza;
  - per i cementi: tipo, classe, produttore e cementificio;
  - per le aggiunte (ceneri volanti e microsilice): tipo e provenienza;
  - per gli additivi: marca e tipo;
  - per l'acqua: se proveniente da acquedotto, pozzo, cisterna.
- ricetta, per un mc, del mix in fase di produzione;
- ricetta del mix per gli *n* mc in fase di produzione;

- umidità totale delle singole classi di aggregati (rilevata automaticamente con le sonde almeno per gli aggregati fini);
- assorbimento delle singole classi granulometriche, misurato e dichiarato in fase di qualifica del materiale;
- ricetta per gli *n* m in produzione, corretta in funzione dell'umidità delle varie classi degli aggregati;
- effettivo carico (dosaggio) per ogni singolo componente;
- differenza (+/-) tra quanto effettivamente caricato e il teorico corretto;
- errore percentuale di carico (dosaggio) per ogni singolo componente;
- rapporto acqua/cemento di progetto del mix (considerando gli aggregati saturi con superficie asciutta) e quello effettivamente ottenuto dopo il carico (dosaggio);

Si deve inoltre avere evidenza di ogni qual volta che:

- l'errore di dosaggio supera la tolleranza ammessa (± 2% per cemento, acqua, additivi, aggiunte; ± 3% singola classe di aggregato, ± 1% fibre);
- si passa dal funzionamento automatico a quello manuale dell'impianto;
- vengono modificati in manuale i valori di lettura delle sonde.

Al fine di garantire un migliore controllo del rapporto acqua/cemento e una corretta miscelazione dell'impasto, si raccomanda l'impiego di impianti di betonaggio provvisti di miscelatore.

1.6.3 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI IL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

1.6.3.1 Cemento

Per i manufatti strutturali devono essere impiegati unicamente i cementi richiamati nella L. 26/5/1965 n. 595 provvisti di certificato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197/1 e provenienti da impianti di produzione in grado di garantire la continuità e la costanza della qualità della fornitura del tipo di cemento richiesto.

È escluso l'impiego del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta.

Il cemento deve essere scelto, tra quelli considerati idonei, tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- le modalità esecutive dell'opera;
- le condizioni di maturazione;
- le dimensioni della struttura (sviluppo di calore);
- le condizioni ambientali di esposizione della struttura;
- la potenziale reattività degli aggregati agli alcali presenti nel cemento.

Per i cementi da impiegare deve essere disponibile l'analisi chimica completa, compresa la determinazione del contenuto di K O e Na O (alcali di potassio e di sodio) potenzialmente pericolosi nei riguardi della reazione alcali-aggregati.

La classificazione dei cementi in funzione della loro resistenza ai solfati ed alle acque dilavanti è riportata al prospetto 1 delle norme rispettivamente UNI 9156 e 9606.

1.6.3.2 Aggiunte: ceneri volanti, microsilice e loppa d'altoforno

Allo scopo di migliorare la durabilità e la lavorabilità del calcestruzzo, possono essere impiegate nella composizione della miscela, aggiunte di tipo II (pozzolaniche o ad attività idraulica latente) ai sensi delle norme UNI EN 206 e UNI 11104. I prodotti utilizzabili sono i fumi di silice, le ceneri volanti e la loppa d'altoforno granulata macinata, tutti provvisti di marcatura CE.

In caso di loro utilizzo, comunque da concordarsi con ACEA in sede di qualifica della miscela, devono essere soddisfatte tutte le caratteristiche fisico-chimico-meccaniche dei conglomerati cementizi allo stato fresco ed indurito prescritte nei successivi punti.

Particolare attenzione deve essere prestata al corretto dosaggio di acqua nella miscela e al controllo del rapporto a/c poiché tali aggiunte alterano la richiesta d'acqua d'impasto.

Le caratteristiche delle aggiunte di tipo II di cui sopra devono soddisfare i requisiti delle seguenti norme:

- cenere volante UNI EN 450;
- fumo di silice UNI EN 13263;

- loppa d'altoforno granulata e macinata UNI EN 15167

In caso di utilizzo di pigmenti (aggiunta tipo I), comunque da concordarsi con ACEA in sede di qualifica della miscela, i requisiti e i metodi di prova degli stessi devono essere conformi alla UNI EN 12878.

1.6.3.3 Aggregati

Possono utilizzarsi solamente aggregati provvisti di marcatura CE (sistema di attestazione della conformità

ai sensi dei D.P.R. 21 aprile 1993 n. 246 e successivi decreti attuativi; il certificato di attestazione deve accompagnare la fornitura e copia dello stesso dovrà essere custodita dall'ESECUTORE e da ACEA. Gli aggregati devono essere conformi ai requisiti della UNI EN 12620 e della UNI 8520-1 (prospetti 1 e 2 rispettivamente).

E' richiesta una granulometria composta di almeno tre classi granulometriche diverse in definite percentualicosì da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche teoriche o sperimentali di riferimento e tali che l'impasto fresco e indurito abbia i migliori requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata.

Il diametro massimo dell'aggregato costituente la miscela, se non previsto dal progetto approvato, deve essere scelto dall'ESECUTORE in funzione delle:

- caratteristiche geometriche della sezione minima dell'opera,
- degli elementi strutturali da realizzare,
- dei valori di copriferro e interferro,
- delle modalità di posa in opera e del tipo di mezzi d'opera utilizzati.

E' fatto obbligo di procedere in fase di qualifica delle miscele alla valutazione della potenziale reattività degli aggregati secondo quanto di seguito indicato al 1.6.4.12.

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo, provenienti da vagliatura e trattamento di giacimenti di materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava, devono avere caratteristiche conformi a quelle previste nella norma UNI 8520- e devono soddisfare i requisiti di classificazione granulometrica e produzione specificati nella norma UNI EN 12620 (prospetto 2).

Se gli aggregati derivano da frantumazione di materiale proveniente da scavi in sotterraneo (anche parzialmente), devono essere eseguite in aggiunta le seguenti prove:

- giornalmente: la determinazione del contenuto di solfati e cloruri;
- settimanalmente: un'analisi petrografica mirata a rilevare elementi potenzialmente reattivi agli alcali

E' escluso l'utilizzo di aggregati provenienti da demolizioni o da frantumazione di calcestruzzo per il confezionamento di calcestruzzi strutturali.

1.6.3.4 Acqua d'impasto

L'acqua d'impasto deve soddisfare i requisiti e le caratteristiche indicate prescritte dalla norma UNI EN 1008.

L'acqua di riciclo proveniente dalla produzione del calcestruzzo può essere utilizzata rispettando le condizioni specificate per il suo impiego nella stessa norma UNI EN 1008. In questo caso la frequenza dei controlli da parte del produttore del calcestruzzo è settimanale.

1.6.3.5 Additivi

L'ESECUTORE deve preventivamente sperimentare e dichiarare l'impiego di additivi nel mix design della miscela di conglomerato cementizio.

Tutti gli additivi impiegati devono essere conformi alle norme UNI EN 934 (parti e 4). Salvo diverse indicazioni di DL/ ACEA:

- la quantità totale di additivo non deve superare il dosaggio massimo raccomandato dal produttore e non deve superare i g per kg di cemento, a meno di verificare l'influenza di un dosaggio più alto sulle prestazioni e sulla durabilità del calcestruzzo in fase di prequalifica. Nel caso di quantità minori di 2 g per kg di cemento l'utilizzo di additivo è consentito solo se disperso in parte dell'acqua d'impasto;
- qualora la quantità totale di additivi liquidi superi i 3 litri/m di calcestruzzo, il suo contenuto deve essere considerato nel calcolo del rapporto a/c.

A titolo non esasustivo, si riportano le presenti prescrizioni sui seguenti additivi.

Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Il dosaggio di tali additivi deve essere conforme a quello dichiarato nelle schede tecniche del produttore. Nel caso in cui una miscela, per garantire le prestazioni richieste, necessiti di un dosaggio superiore al limite indicato, si deve passare all'impiego di un additivo con prestazioni superiori, per evitare problemi di segregazione e di tempo di presa del calcestruzzo.

Additivi aeranti

Si utilizzano per la realizzazione di conglomerati cementizi di opere sottoposte a cicli di gelo e disgelo al fine di garantire il contenuto minimo di aria occlusa, come indicato nel 1.6.4.9.

Additivi ritardanti

Specifici additivi ritardanti possono essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte di ACEA, per:

- particolari opere (ad esempio pali, paratie, diaframmi) che richiedono getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche e in presenza di temperature elevate;
- opere singolari ubicate in zone lontane dall'impianto di betonaggio o per le quali si preveda un tempo di percorrenza della betoniera elevato.

1.6.4 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

1.6.4.1 Classi di resistenza

La classe di resistenza a compressione C(fck/Rck) è rappresentata da un valore di fck e da un valore di Rck indicanti rispettivamente la resistenza caratteristica cilindrica e la resistenza caratteristica cubica (entrambi espressi in MPa) a 28 giorni di maturazione.

Le classi sono definite dalle norme UNI EN 206 (prospetto 12) e UNI 11104 (prospetto 2). Il valore della resistenza caratteristica cilindrica si assume pari a 0.83 x Rck per provini normalizzati e cioè cilindri di diametro 150 mm e altezza 300 mm e cubi di lato 150 mm.

1.6.4.2 Copriferro

Per il valore del copriferro da adottare, se non previsto dal progetto approvato, l'ESECUTORE deve adottare per realizzazioni in cemento armato normale e

precompresso le indicazioni nelle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" D M 17/01/2018 e s.m.i. In ogni caso, però, deve essere verificato che i valori prescritti siano adeguati alla classe di esposizione ambientale.

1.6.4.3 Rapporto acqua/cemento

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto deve essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati per la cui determinazione si deve fare riferimento alla norma UNI EN 1097. Per l'eventuale controllo in corso d'opera del rapporto acqua-cemento della miscela è possibile utilizzare la norma UNI1602098: "Prove sul calcestruzzo fresco - Determinazione del contenuto di acqua " per quanto attiene al contenuto di acqua mentre il contenuto di cemento effettivo si può ricavare dal documento di trasporto (DDT) tenendo conto che ai sensi della UNI EN 206 non è ammesso uno scostamento maggiore di 0.02 rispetto al valore dichiarato.

1.6.4.4 Consistenza

Se non diversamente indicato in progetto, il metodo di misura della consistenza cui l'ESECUTORE deve fare riferimento è il metodo di abbassamento del cono (UNI EN 12350).

Si riportano nel seguito i risultati prescritti dalla prova di abbassamento al cono per le diverse classi di consistenza, rispetto ai quali è ammessa una tolleranza di ±10 mm per tutte le classi:

- S1 da 1 a 4 cm
- S2 da 5 a 9 cm
- S3 da 10 a 15 cm
- S4 da 16 a 21 cm
- S5 da 22 a 25 cm

Qualora prescritto dagli elaborati tecnici di progetto, è consentita una tolleranza di ± 20 mm sul valore target di abbassamento al cono.

1.6.4.5 Acqua essudata

La quantità di acqua essudata dalla miscela di calcestruzzo, misurata secondo la Norma UNI EN 480/4, non deve risultare maggiore dello 0.1% del volume iniziale della porzione di calcestruzzo in prova.

1.6.4.6 Contenuto in cloruri

Il massimo contenuto in cloruri di un calcestruzzo, espresso come percentuale di ioni cloruro rispetto alla massa del cemento, è definito dalla norma UNI EN 206 (prospetto 15) in funzione del campo d'impiego, nonché della quantità e della tipologia di armatura prevista per l'opera, come di seguito riportato.

Impiego del Calcestruzzo	Classe di contenuto in cloruri[a)]	Massimo contenuto di Cl^- rispetto alla massa del cemento[b)]
In assenza di armatura di acciaio o di altri inserti metallici (ad eccezione dei dispositivi di sollevamento resistenti alla corrosione)	Cl 1,0	1,0 %
In presenza di armatura di acciaio o di altri inserti metallici	Cl 0,20	0,20 %
	Cl 0,40	0,40 %
In presenza di armatura d'acciaio da precompressione	Cl 0,10	0,10 %
	Cl 0,20	0,20 %

a) la classe da applicare per uno specifico utilizzo del calcestruzzo dipende da disposizioni valide nel luogo di impegno del calcestruzzo

b) Qualora siano impiegate aggiunte di tipo II e siamo considerate nel computo del dosaggio di cemento, il contenuto in cloruri viene espresso come percentuale di ioni cloruro in massa rispetto al cemento + la massa totale delle aggiunte considerate.

In sede di qualifica della miscela l'ESECUTORE deve procedere alla verifica del contenuto massimo di cloruri.

1.6.4.7 Temperatura

In accordo alla norma UNI EN 206 e se non diversamente previsto nel seguito della presente sezione di Capitolato, la temperatura del calcestruzzo fresco al momento della consegna in cantiere non deve essere minore di 5 °C o maggiore di 35 °C.

Qualunque procedura di raffreddamento o di riscaldamento artificiale del calcestruzzo prima della consegna deve essere concordata e approvata da ACEA.

1.6.4.8 Aria occlusa

Per calcestruzzi ordinari il contenuto di aria deve essere verificato ogni giorno di produzione secondo UNI EN 12350.

1.6.4.8.1 REQUISITI MINIMI DELLE MISCELE IN RELAZIONE ALL'IMPIEGO

Ai fini di una corretta scelta del tipo e della classe di resistenza di calcestruzzo è fondamentale stabilire l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale deve essere inserito.

Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme di tutte le azioni chimiche e fisiche alle quali si presume che il calcestruzzo possa essere esposto durante il periodo di vita utile previsto delle opere e che causano effetti che non possono essere classificati come azioni dirette (carichi) o indirette (deformazioni impresse, cedimenti, variazioni termiche) nella progettazione strutturale.

Ciascuna miscela di calcestruzzo (*mix-design*) deve essere definita con riferimento alle proprietà richieste (calcestruzzo "a prestazione garantita", secondo le norme UNI EN 206 e UNI 11104) e sottoposta ad approvazione da parte di ACEA.

Le classi di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente sono indicate nelle norme UNI EN 206 – prospetto 1 e UNI 11104 – prospetto 1; nella tabella seguente sono associati ad ogni tipo di calcestruzzo i campi di impiego e le relative classi di esposizione ai quali l'ESECUTORE deve fare riferimento al fine di giungere alla determinazione della più opportuna miscela da utilizzare, salvo diverse e più severe indicazioni riportate nel progetto approvato.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Tipo di calcestruzzo	Campi di impiego	Classe di esposizione ambientale (UNI EN	Rapporto a/c max	Classe di resistenza minima	Classe di consistenza	Tipo di cemento	Classe di resistenza di calcolo

A		Impalcati ed Elementi in c.a.p. prefabbricati	[XC3]		C35/45	S4-S5	CEM I,II,III,IV,V	Rck
		Impalcati ed Elementi in c.a.p. gettati in opera	[XC3]		C35/45	S5	CEM I,II,III,IV,V	Rck
B*		Elementi prefabbricati in c.a. per strutture fuori	[XC3]		C35/45	S4	CEM I,II,III,IV,V	Rck
		Conci prefabbricati in c.a. per rivestimento di	[XA2]		C35/45	S2-S3-S4	CEM III,IV,V	Rck
		Canalette portacavi prefabbricate Cunette prefabbricate Elementi prefabbricati	XC1		C25/30	S3,S4	CEM III,IV,V	Rck
C**		Impalcati in c.a. ordinari Solette in c.a. in	XC3		C30/37	S4,S5	CEM I,II,III,IV,V	Rck
		Pile e spalle Baggioli e pulvini Strutture in c.a. in	XC		C32/40	S3,S4	CEM III,IV,V	Rck
D**		Lastre in cls per pavimentazioni esterne	XC3		C30/37	S1	CEM III,IV,V	Rck

Requisiti minimi delle miscele

I		II	III	IV	V	VI		VII	VIII
Tipo di calcestruzzo		**Campi di impiego**	**Classe di esposizione ambientale (UNI EN**	**Rapporto a/c max**	**Classe di resistenza minima**	**Classe di consistenza**		**Tipo di cemento**	**Classe di resistenza di calcolo**
E**		Tombini a struttura scatolare e circolare	XA1		C30/37	S3, S4		CEM III,IV,V	Rck
F**		Arco rovescio di gallerie (getti	XA1		C30/37	S3, S4		CEM III, IV, V	
		Arco rovescio di gallerie (getti tradizionali a superficie inclinata)	XA1		C30/37	S3		CEM III,IV,V	
		Piedritti e calotta di gallerie – sezioni impermeabilizzate non	[X0]		C25/30	S3-S4		CEM III,IV,V	
		Piedritti e calotta di gallerie – sezioni impermeabilizzate	XC2		C25/30	S4		CEM III,IV,V	
		Piedritti e calotta di gallerie – sezioni non	XA1		C30/37	S4		CEM III,IV,V	
		Muri di controripa/sottoscarpa in c.a. (armatura $\geq$ 30	XC3		C30/37	S3, S4		CEM III,IV,V	Rck

G**		Muri di controripa/sottoscarpa debolmente armati (armatura < 30 kg/mc) o non armati Solettoni di fondazione Fondazioni armate	XC2		C25/30	S3, S4		CEM III,IV,V	
		Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, prismi per difese spondali,	XC2		C25/30	S3,S4		CEM III,IV,V	
		Cunette, canalette e cordoli	XC1		C25/30	S3,S4		CEM III,IV,V	Rck
H**		Pali (di paratie o opere di sostegno), diaframmi e relativi cordoli di collegamento gettati in	XC2		C25/30	S4, S5		CEM III,IV,V	
		Pali di fondazione gettati in opera	XC2		C25/30	S4, S5		CEM III,IV,V	
		Pali di fondazione prefabbricati	[XA1]		C32/40	S4, S5		CEM III,IV,V	Rck

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Tipo di calcestruzzo	Campi di impiego	Classe di esposizione ambientale (UNI EN	Rapporto a/c max	Classe di resistenza minima	Classe di consistenza	Tipo di cemento	Classe di resistenza di calcolo
I	Magrone di riempimento o livellamento	X0	-	C12/15	-	CEM I,II,III,IV,V	Rck

* *vedi al punto "Caratteristiche aggiuntive per calcestruzzi da prefabbricazione";*

** *vedi al punto "Caratteristiche aggiuntive per calcestruzzi gettati in opera";*

1 di norma, la classe di esposizione ambientale indicata individua le caratteristiche della miscela; nei casi in cui la classe di esposizione ambientale è scritta tra parentesi quadre (es. per i calcestruzzi di tipologia A1 e A2 si ha [XC3]), la classe di resistenza minima è stata determinata in considerazione di fattori diversi e, comunque, più vincolanti.

Legenda tabella

Colonna I - Tipo di calcestruzzo: le miscele di calcestruzzo sono suddivise in nove tipologie (da A a I) in funzione dell'impiego a cui sono destinate, come specificato nella successiva Colonna II.

Colonna II – Campi di impiego: per ogni tipo di calcestruzzo indicato in Colonna I vi è una ulteriore suddivisione che tiene conto della parte d'opera e/o della particolare tipologia costruttiva da adottare Gli esempi indicati nella tabella non sono esaustivi per l'ESECUTORE.

Colonna III - Classe di esposizione ambientale: è indicata la classe minima da adottare in funzione del campo d'impiego; l'ESECUTORE, di concerto con ACEA*, è tenuto a verificare, con riferimento al prospetto 4 della norma UNI 11104 che la classe di esposizione ambientale effettiva non sia più severa di quella prevista nella tabella.*

Colonna IV - Massimo rapporto acqua/cemento [a/c max]: il valore del rapporto a/c indicato corrisponde ad una classe di resistenza minima di progetto che soddisfa sia i requisiti di durabilità della classe di esposizione ambientale associata a ciascun campo di impiego, sia i requisiti di calcolo strutturale, che possono richiedere resistenze inferiori.

Colonna V - Classe di resistenza minima [C(fck/Rck)min]: una classe è rappresentata da un valore di fckmin e da un valore di Rckmin (entrambi espressi in MPa) per ciascun tipo di opera, in relazione alla classe minima di esposizione.

Colonna VI - Classe di consistenza: vengono definite le classi di consistenza (da S1 a S5) secondo il metodo di misura dell'abbassamento al cono (norma UNI EN 12350-2)

Colonna VII - Tipo di cemento: sono indicati i tipi di cemento che possono essere impiegati per ciascun campo d'impiego o parte d'opera; si distinguono in cinque tipi principali secondo la norma UNI EN 197- :

CEM I: Cemento Portland;

CEM II: Cemento Portland composito; CEM III: Cemento d'altoforno;

CEM IV: Cemento pozzolanico; CEM V: Cemento composito.

Colonna VIII - Resistenza di calcolo: con Rck si indica il valore della resistenza caratteristica a 28 gg di progetto come il maggiore tra i valori richiesti dal calcolo strutturale o derivanti dalla classe di esposizione. Nella tabella sono inoltre riportati, nel caso di progettazione a carico dell'ESECUTORE, per alcune opere, il massimo valore da utilizzare come resistenza di calcolo.

Per tutti i tipi di calcestruzzo il dosaggio di cemento non deve risultare inferiore a 300 kg/m , ad esclusione del calcestruzzo tipo I, e non maggiore di 400 kg/m . Eventuali deroghe possono essere concesse all'ESECUTORE da ACEA in sede di qualifica delle miscele, mediante preventiva definizione e successivo controllo delle caratteristiche che devono risultare conformi a quanto previsto dalla presente sezione di Capitolato. Ad esempio, nel caso di calcestruzzi destinati ad opere massive (elementi di spessore superiore o uguale a 70cm), al fine di limitare la fessurazione per gradiente termico così da garantire la durabilità, potrebbe rendersi necessario derogare ai limiti sul dosaggio minimo di cemento, previa approvazione da parte di ACEA, nel rispetto di quanto previsto dalla UNI 11104 p.6.1.

Le prescrizioni di base riportate in tabella sono corredate da specifici requisiti aggiuntivi riportati ai punti successivi del presente paragrafo, associati a ciascun tipo di calcestruzzo, requisiti che l'ESECUTORE deve rispettare nel confezionamento delle miscele da sottoporre ad approvazione di ACEA.

Di seguito sono indicate ulteriori prescrizioni per la garanzia alla durabilità delle opere valide per le diverse tipologie di calcestruzzo e alle quali l'ESECUTORE deve attenersi

1.6.4.9 Calcestruzzi soggetti a cicli di gelo - disgelo

I calcestruzzi in classe di esposizione XF2, XF3 e XF4 devono prevedere un contenuto minimo di aria aggiunta del 4 % secondo i valori riportati nel prospetto della norma UNI 11104 e nel prospetto F.1 della UNI EN 206, da verificare mediante norma UNI EN 12350 parte 7. La presenza di micro bolle di aria uniformemente distribuite facilità, infatti, l'espansione dell'acqua durante il congelamento

Per una corretta valutazione del contenuto di aria necessario, l'ESECUTORE deve tenere in considerazione i fenomeni che inducono perdita d'aria, quali il pompaggio, la posa in opera, la compattazione.

Per la resistenza ai cicli di gelo e disgelo l'ESECUTORE deve fare riferimento alle istruzioni per la prevenzione degli effetti contenute nella norma UNI 11417- e alla norma UNI 7087, per quanto riguarda le modalità di prova per la determinazione della resistenza ai cicli di gelo/disgelo.

L'ESECUTORE deve evitare che la disomogenea distribuzione delle micro bolle d'aria nell'impasto determini nella struttura volumi di calcestruzzo aventi caratteristiche estremamente variabili con conseguenti negative ripercussioni sulla resistenza e sulla durabilità dell'opera

1.6.4.10 Calcestruzzi soggetti ad attacco chimico

Al fine di valutare l'eventuale attacco chimico cui potrebbero essere sottoposti i calcestruzzi, l'ESECUTORE ha l'onere del preventivo accertamento della presenza e della concentrazione nei terreni e nelle acque di agenti aggressivi di cui alla norma UNI EN 206 (prospetto 2).

Gli agenti aggressivi di cui tener conto sono, per i terreni, gli ioni solfato (SO), per le acque, gli ioni solfato, magnesio (Mg^{++}) e ammonio (NH^{+}), secondo quanto riportato anche nella norma UNI 11417 -

Nel caso di accertamento di ambiente chimicamente aggressivo, l'ESECUTORE deve individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XA1, XA2 e XA3, sulla base della concentrazione di agenti aggressivi presenti e utilizzare

conseguentemente cementi a moderata, alta o altissima resistenza ai solfati, secondo UNI 9156, come indicato nella norma UNI 11417 -1 (Prospetto A.9).

1.6.4.11 Calcestruzzi soggetti a dilavamento e penetrazione all'acqua

Nel caso di calcestruzzi immersi in acqua, l'ESECUTORE deve valutare il grado di attacco chimico in funzione del contenuto di CO aggressiva nelle acque e del relativo ph, secondo quanto riportato nella norma UNI 11417-1. Nel caso di accertamento di ambiente chimicamente aggressivo deve individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XA1, XA2 e XA3 e conseguentemente deve utilizzare cementi a moderata, alta o altissima resistenza al dilavamento, secondo UNI 9606, come indicato nella medesima norma UNI 11417-1 (punto A.4.2).

1.6.4.12 Calcestruzzi soggetti a reazione alcali- aggregati

Solamente a livello di informativa per l'ESECUTORE si descrivono le tipologie di aggregato reattivo che sono quelle contenenti minerali reattivi nei confronti degli alcali (K O, Na O), quali la silice amorfa, la silice criptocristallina e fibrosa (calcedonio), il quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione con cristalli che presentano angolo di estinzione ondulata maggiore di 15° o contengono inclusioni di miche, ossidi e solfuri metallici.

Le rocce, nelle quali sono stati riscontrati di norma minerali reattivi, sono:

- diaspri, ftaniti e simili nei quali il minerale reattivo è rappresentato da selce, costituita da quarzo microcristallino associato a calcedonio fibroso e silice opalina;
- calcari arenacei (calcareniti e biocalcareniti) costituiti da calcite accompagnata da lenti di selce, gusci fossili, gusci fossili silicei e da granuli di quarzo con estinzione ondulata;
- calcari silicizzati, costituiti da materiale di natura calcarea associati a gusci fossili calcitici parzialmente o totalmente silicizzati, oltre a quarzo e calcedonio.

L'ESECUTORE in sede di qualifica delle miscele da utilizzare, deve valutare il rischio di pericolosità causato dalla reazione alcali-aggregato sulla base delle indicazioni e dei metodi di prova suggeriti nella norma UNI11530 UNI11504. Si precisa a riguardo che tutte le parti d'opere che svolgono funzioni strutturali sono da

considerare in categoria III non essendo per esse assolutamente accettabile il rischio di degrado per reazione alcali-aggregato. Per il livello di protezione, salvo il caso di strutture in ambienti X0 e XC1/secco si deve assumere il "C" in base al quale devono utilizzarsi aggregati classificati non reattivi**,** sulla base della metodologia descritta nel seguito, e adottare un valore del SET (sodio equivalente totale per m di calcestruzzo) non superiore a 3 kg Na O_{eq}/m E' possibile adottare un Set non superiore a kg se l'aggregato è classificato non reattivo con ciascuno dei tre metodi di prova che costituiscono la metodologia di prova.

La norma prescrive la seguente metodologia di prova:

1. esame petrografico (secondo UNI EN 932-);
2. prova ultra accelerata di espansione in malta (secondo UNI 8520-);
3. prova accelerata di espansione del calcestruzzo (secondo UNI 8520-);

precisando che se i risultati delle prove 1 e 2 sono concordi nel diagnosticare l'aggregato come non reattivo, l'aggregato può non essere sottoposto alla prova e venire classificato non reattivo. Se invece esiste discordanza diagnostica tra gli esami 1 e 2 , allora l'aggregato deve essere sottoposto alla prova 3 il cui risultato è decisivo ai fini della diagnosi di reattività o non reattività.

1.6.4.13 Calcestruzzi soggetti all'attacco di cloruri presenti nell'acqua di mare

L'ESECUTORE, in sede di qualifica delle miscele da utilizzare, deve valutare il rischio di corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare, determinando la classe di esposizione secondo quanto previsto dai prospetti 1 delle UNI EN 206 e UNI 11104. In conformità alla norma UNI 11417-1, in presenza di attacco di cloruri in condizioni aggressive, al fine di prevenire la corrosione dei ferri di armatura, si raccomanda l'impiego di cementi pozzolanici alla loppa

1.6.4.13.1 REQUISITI AGGIUNTIVI DELLE MISCELE

Di seguito sono indicate ulteriori prove per le miscele di calcestruzzo da eseguire in fase di qualifica che l'ESECUTORE deve verificare nei casi in cui esistano specifici requisiti progettuali e/o quando prescritto al 1.6.5 per i singoli tipi di calcestruzzo.

1.6.4.14 Modulo elastico

La prova con cui effettuare la determinazione del modulo elastico secante è definita dalla norma UNI EN 12390; i valori delle tensioni che l'ESECUTORE deve prendere a riferimento, se non diversamente previsto da indicazioni progettuali, sono quella nulla e quella cui corrisponde un valore pari a metà del valore medio della resistenza a compressione.

1.6.4.15 Ritiro idraulico

Il ritiro idraulico deve essere valutato tenendo a riferimento, oltre il tipo di calcestruzzo e la condizione ambientale di getto e di prima stagionatura, anche la dimensione e la geometria dell'elemento

Per la determinazione del ritiro in direzione uniassiale in funzione della dimensione massima dell'aggregato costituente la miscela di calcestruzzo, si fa riferimento alle norme UNI 11307. Le scadenze temporali per la misurazione sono quelle indicate nella norma sopra citata. In mancanza di specifiche indicazioni progettuali può essere preso a riferimento come limite di accettabilità di ritiro il valore di 400 μm/m a 60 giorni e μm/m a 90 giorni.

1.6.4.16 Ritiro termico

Per la prevenzione delle fessure da ritiro termico occorre limitare lo sviluppo del calore d'idratazione del calcestruzzo; per tale motivo la scelta del tipo e del dosaggio di cemento deve essere tale da minimizzare il seguente valore:

ΔTmax = q.c / Mv.cs < ΔTmax (i) dove:

ΔTmax: massimo incremento termico del calcestruzzo fresco rispetto alla temperatura ambiente; c: dosaggio di cemento (kg/m);

q: calore di idratazione del cemento (kJ/kg) a 2gg; Mv: massa volumica del calcestruzzo (kg/m);

cs: calore specifico del calcestruzzo, mediamente pari a 1,10 kJ/kg.C°;

ΔTmax (i) : valore soglia stabilito secondo il tipo di calcestruzzo (i) considerato. La determinazione del ΔTmax, deve essere effettuata con i seguenti controlli:

- in laboratorio mediante una prova adiabatica su un campione di calcestruzzo tale da poter essere ritenuto rappresentativo per strutture massive (elementi con spessore superiore o uguale a 70 cm), o quando richiesto

dalla Direzione Lavori/ ACEA;

- in sito, nel caso di singole parti d'opera significative (qualora prescritto o richiesto dal DL/ ACEA) o di parti previste in serie, mediante la realizzazione di un prototipo, opportunamente dimensionato, da eseguire in condizioni ambientali più prossime a quelle previste in fase di getto e comunque da concordare con ACEA, come indicato nel par 1.6.9.

Per la scelta del cemento più idoneo, a parità di rapporto a c, l'ESECUTORE deve procedere in fase di prequalifica ad una prova di confronto in calcestruzzo, utilizzando diversi tipi di cementi ed eventuali aggiunte (cenere volante, micro silice). Si può intervenire sul tipo di cemento, anche in relazione ai tempi previsti per lo scassero. Evidenza di tale attività deve risultare dalla relazione di prequalifica che l'ESECUTORE è tenuto a presentare a ACEA

Per il rispetto del ΔTmax si prescrive l'impiego di casseri (parte a contatto del calcestruzzo in legno multistrato o altro materiale delle stesse capacità di coibentazione.

1.6.5 PRESCRIZIONI PER I SINGOLI TIPI DI CALCESTRUZZO

Durante la fase di studio di qualifica della miscela di calcestruzzo l'ESECUTORE deve rispettare, per le tipologie di calcestruzzo indicate nella tabella in funzione dei diversi campi d'impiego, sia i requisiti minimi precedentemente prescritti, sia le ulteriori caratteristiche di seguito riportate.

1.6.5.1 Calcestruzzo armato gettato in opera

Calcestruzzi di tipo C

Gli elementi strutturali per i quali è previsto l'impiego di calcestruzzi tipo C sono caratterizzati dalla proprietà comune di avere notevoli superfici esposte all'aria, perché le loro dimensioni si sviluppano per lunghezze elevate e spessore limitato.

Gli elementi strutturali per i quali è previsto l'impiego di calcestruzzi tipo C sono caratterizzati da dimensioni massicce e, pertanto, la miscela deve essere definita per tenere conto soprattutto dei fenomeni di fessurazione connessi all'elevato gradiente termico tra nucleo e periferia del manufatto.

I valori soglia prescritti per ΔTmax sono 40°C per i calcestruzzi di tipo C1 e °C per quelli di tipo C. Tali valori sono comunque da rapportarsi all'effettiva geometria, dimensione, costituzione e grado di vincolo della parte d'opera in oggetto Per i calcestruzzi di tipo C1 è prevista la valutazione del ritiro idraulico in sede di qualifica della miscela.

Calcestruzzi di tipo D

I calcestruzzi in tipologia D sono destinati alla realizzazione di pavimentazioni rigide e di manufatti estrusi, dove è necessario garantire requisiti di resistenza meccanica a trazione per flessione unitamente a caratteristiche di lavorabilità proprie di miscele da porre in opera mediante macchine (es. vibrofinitrici per le lastre in cls) che richiedono consistenza molto asciutta.

Deve essere verificata in fase di qualifica la resistenza caratteristica a trazione per flessione secondo norma UNI EN 12390

Calcestruzzi di tipo E

I calcestruzzi in tipologia E sono destinati alla realizzazione di tombini scatolari o circolari per la canalizzazione e l'allontanamento delle acque meteoriche

Allo scopo di ottenere un buon grado di finitura superficiale, una buona resistenza all'abrasione e una bassa permeabilità del manufatto, si deve prevedere nella formulazione della miscela l'impiego di aggiunta tipo II in adeguato dosaggio da dichiarare nello studio di pre-qualifica e da verificare in fase di qualifica della miscela in impianto.

Deve essere altresì verificata in fase di qualifica la penetrazione all'acqua secondo norma UNI EN 12390-8

Calcestruzzi di tipo F

Questo tipo di calcestruzzo è destinato alle applicazioni in galleria.

- *Calcestruzzi di tipo F1 e F2*

I calcestruzzi di tipologia F1 e F2 sono destinati alla realizzazione degli archi rovesci delle gallerie. In virtù dell'assenza di casseratura, e quindi della maggiore dispersione di temperatura, nonché dell'assenza di vincoli della struttura, per il

getto dell'arco rovescio l'ESECUTORE deve fare in modo di limitare lo sviluppo di calore interno per evitare la formazione di fessure.

Il valore soglia prescritto per ΔT_{max} è 40°C. Tale valore è comunque da rapportarsi all'effettiva geometria, dimensione, costituzione e grado di vincolo della parte d'opera in oggetto

Calcestruzzi di tipo F3

I calcestruzzi di tipologia F3 è destinato alla realizzazione dei piedritti e della calotta delle gallerie. Per tali getti l'ESECUTORE deve fare in modo di limitare lo sviluppo di temperatura all'interno del getto ed il gradiente termico tra il calcestruzzo all'intradosso della calotta e l'ambiente esterno.

Il valore soglia prescritto per ΔT_{max} è 35°C. Tale valore è comunque da rapportarsi all'effettiva geometria, dimensione, costituzione e grado di vincolo della parte d'opera in oggetto

Calcestruzzi di tipo G

I calcestruzzi di tipologia G sono destinati alla realizzazione di muri, solettoni di fondazione, fondazioni, cunette e canalette. Il valore soglia prescritto per ΔT_{max} è 40°C. Tale valore è comunque da rapportarsi all'effettiva geometria, dimensione, costituzione e grado di vincolo della parte d'opera in oggetto.

Calcestruzzi di tipo H

I calcestruzzi tipo H sono destinati alla realizzazione di pali, paratie e diaframmi.

Il calcestruzzo deve presentare caratteristiche di prolungato mantenimento della lavorabilità e di prolungati tempi di presa, anche al fine di conseguire un getto omogeneo e privo di segregazione.

A questo fine deve essere verificata la corretta granulometria dell'aggregato, il possibile utilizzo di aggiunte di cenere volante o fumi di silice, o di specifici coesivizzanti e la possibilità d'impiego di ritardanti finalizzato al mantenimento della classe di consistenza per il tempo intercorrente dal confezionamento all'impianto al completamento del getto.

Devono inoltre essere verificati i seguenti punti:

- l'opportunità di utilizzo di specifici additivi superfluidificanti con forte effetto ritardante o di combinazioni di additivi superfluidificanti e additivi ritardanti, comunque conformi alla norma UNI EN 934-2;
- la non segregazione della miscela, mediante test di spandimento immediatamente prima del getto (UNI EN 12350-5)

1.6.5.2 Calcestruzzo armato da prefabbricazione

Calcestruzzi di tipo A1

Per i calcestruzzi di tipo A1, destinati alla realizzazione di impalcati ed elementi in c.a.p. prefabbricati in stabilimento o a piè d'opera, devono essere rispettate, salvo diverse indicazioni di progetto, le seguenti prescrizioni:

- controllo del passante % granulometrico ai vagli 0,25 mm e 0,5 mm, ai quali devono corrispondere valori superiori rispettivamente a 6% e 12%;
- dimensione massima dell'aggregato non maggiore di mm;
- resistenza a compressione Rck a 28 gg ≥ 45 MPa, misurata secondo le indicazioni della norma UNI EN 12390-2 su provini maturati con ciclo termico a vapore predefinito e stagionati a 20°C e U R ≥ 95 %;
- determinazione e dichiarazione del valore di Rckj a fine ciclo di maturazione termica (14-18 ore), misurato mediante stagionatura dei provini in vasca di maturazione accelerata con il ciclo di maturazione prescelto;
- resistenza caratteristica a trazione indiretta a fine ciclo di maturazione termica, fctkj, superiore a 4,5 MPa, misurata secondo le indicazioni della norma UNI EN 12390-6 ;
- verifica del modulo di elasticità del calcestruzzo secondo norma UNI 12390- che deve risultare ≥ 37.000 N/mm alla fine del ciclo di maturazione termica;
- verifica del ritiro idraulico, che deve risultare ≤ μm m a 180 giorni.

Calcestruzzi di tipo B

I calcestruzzi di tipo B sono distinti in base all'utilizzo come di seguito indicato:

- calcestruzzi tipo B1: elementi prefabbricati in c.a. per strutture fuori terra;
- calcestruzzi tipo B2: conci prefabbricati in c.a. di rivestimento definitivo di

gallerie;

- calcestruzzi tipo B3: canalette portacavi, cunette, manufatti senza funzioni strutturali.

I calcestruzzi di tipo B1 sono destinati alla realizzazione manufatti ad armatura lenta caratterizzati generalmente da sezioni sottili e da notevoli superfici espositive (ad es. pannelli prefabbricati o pilastri prefabbricati).

I calcestruzzi tipo B2 sono destinati alla realizzazione di conci di rivestimento definitivo per la costruzione di gallerie per i quali la problematica principale è la tenuta all'acqua e, quindi, la durabilità in ambiente potenzialmente aggressivo.

I calcestruzzi di tipo B3 sono destinati alla realizzazione di manufatti minori per i quali devono essere rispettati i requisiti minimi.

Per i calcestruzzi di tipo B1 e B2, salvo diverse indicazioni di progetto, devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- controllo dei passanti % granulometrici ai vagli 0,25 mm e 0,5 mm, ai quali devono corrispondere valori superiori rispettivamente a 6% e 12%;
- valore della resistenza a compressione a fine ciclo di maturazione termica Rckj allo scassero ≥ MPa,
- misurato in accordo alla norma UNI EN 12390- ;
- verifica della penetrazione all'acqua a gg secondo norma UNI EN -

1.6.6 QUALIFICA DEI MIX DESIGN PER CONGLOMERATI CEMENTIZI

E' obbligo dell'ESECUTORE conseguire, preliminarmente a qualsiasi getto, la qualifica del mix design dei calcestruzzi da utilizzare E' possibile non procedere a dette qualifiche ma utilizzare miscele già testate dal produttore del calcestruzzo e che rispondano ai requisiti richiesti dalla presente sezione del Capitolato, solamente negli appalti di lavori che prevedono un quantitativo complessivo di calcestruzzo inferiore a 1500 m In tal caso l'ESECUTORE deve presentare ad ACEA, per la preventiva approvazione, tutta la certificazione acquisita dall'impianto di produzione relativa alle miscele di calcestruzzo che intende utilizzare.

Si precisa che l'ESECUTORE ha l'obbligo di procedere dopo un anno a nuova qualifica delle miscele destinate alla realizzazione di quantitativi di calcestruzzo maggiori di 1500 m L'ESECUTORE, in tal caso, deve comunicare ad ACEA la data di inizio dell'attività di riqualifica, restando inteso che qualora ACEA non possa assistere, lo stesso dovrà comunque fornire tutte le risultanze delle prove effettuate in quel giorno/per quella attività.

Si definiscono di seguito le attività che l'ESECUTORE deve eseguire al fine di conseguire la qualifica del conglomerato cementizio.

1.6.6.1 Studi preliminari di prequalifica

Preliminarmente alla fornitura del calcestruzzo l'ESECUTORE deve presentare per approvazione ad ACEA, nei modi e nei tempi previsti contrattualmente, i dossier di qualifica degli impasti per tutti i tipi e le classi di calcestruzzo da utilizzare per la costruzione delle opere.

A tal fine l'ESECUTORE deve presentare, allegato al suddetto dossier, un documento preliminare di prequalifica atto ad attestare la conformità del calcestruzzo e dei singoli costituenti alle prescrizioni e norme riportate sia nel progetto approvato che nel presente documento, basato su studi preliminari ed eventuali verifiche condotte direttamente presso l'impianto di betonaggio

In particolare, nella relazione di prequalifica l'ESECUTORE deve fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- conformità dei materiali costituenti a quanto prescritto nel presente Capitolato;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la norma UNI EN 1097 parte 6;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- peso specifico del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;

- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza, secondo la norma UNI EN 12350, parti 2 e 5;
- risultati delle prove di resistenza a compressione e determinazione del valore caratteristico, secondo UNI EN 12390- ;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2÷28 giorni);

Preliminarmente alla fornitura di calcestruzzo l'ESECUTORE deve redigere e presentare a ACEA per la necessaria approvazione, dossier di qualifica di ciascun impianto di betonaggio che il medesimo intende utilizzare contenente la descrizione dello stesso, copia delle certificazioni di legge e dei rapporti di taratura delle strumentazioni presenti.

L'ESECUTORE dovrà presentare altresì apposite procedure di trasporto del calcestruzzo.

1.6.6.2 Qualifica all'impianto di betonaggio

In questa fase l'ESECUTORE deve realizzare alla presenza delle ACEA gli impasti di verifica all'impianto di produzione, in base ai seguenti requisiti:

1. il valore della resistenza media a compressione a 28 giorni, misurata su almeno 3 prelievi (la resistenza di ciascun prelievo è la media delle resistenze a compressione di due o più provini), ognuno dei quali confezionato da un impasto distinto, deve essere:

   per $R_{ck} \leq 30 N/mm$ $R_m \geq , 5 R_{ck}$

   per $R_{ck} > 30$ N/mm $R_m \geq , 0 R_{ck}$ con valore minimo di ogni singolo provino $R_i \geq R_{ck}$;

2. il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di consistenza dichiarata e mantenersi entro i limiti della stessa per almeno 60 minuti;
3. il rapporto acqua/cemento non si discosti di + 0.02 da quello dichiarato nella prequalifica;
4. il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco deve essere tale che

la resa volumetrica del calcestruzzo (rapporto tra la massa volumica impostata e la massa volumica misurata) sia contenuta in un intervallo di +/- 3% del valore unitario.

Più precisamente, le prove da eseguire in fase di qualifica delle miscele all'impianto di betonaggio devono essere le seguenti:

Calcestruzzo fresco:

- rapporto acqua/cemento, da verificare mediante essiccazione di un campione di calcestruzzo fresco, come specificato al precedente punto
- classe di consistenza, da verificare secondo UNI EN 12350 parte 2 o UNI EN 12350 parte 5, con mantenimento della classe fino a 60 minuti;
- determinazione acqua essudata, da misurare secondo UNI EN 480/4;
- contenuto di cloruri nell'impasto come definito in UNI EN 206;
- percentuale di aria occlusa nel getto, da misurare secondo UNI EN 12350 parte 7 (per i calcestruzzi areati);
- massa volumica, da misurare secondo UNI EN 12350 parte 6;
- controllo acqua di impasto secondo UNI EN 1008;
- ritiro termico (per i calcestruzzi tipo C1, C2, F1, F2, F3, G).

Per getti da effettuarsi in clima caldo dove la temperatura ambiente non sia tale da garantire una temperatura massima del calcestruzzo come indicato al precedente punto, deve essere prevista l'idoneità della miscela anche per temperature superiori, mediante qualifica comprensiva di additivi ritardanti o superfluidificanti del tipo di cui al punto precedente al fine di garantire il mantenimento dei tempi di presa e della classe di consistenza di progetto.

Calcestruzzo indurito:

- determinazione della resistenza a compressione a 1, 3, 7, 14, e 60 giorni di stagionatura, in conformità alla norma UNI EN 12390 parte 3;
- determinazione della massa volumica, da verificare secondo UNI EN 12390-;
- determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione

secondo la norma UNI EN

ulteriori prove ove prescritto in progetto o richiesto da DL/ ACEA (a solo titolo esemplificativo, non esaustivo):

- determinazione del modulo elastico statico a compressione, secondo UNI 6556;
- determinazione della resistenza a trazione indiretta secondo UNI EN 12390-;
- determinazione della resistenza ai cicli di gelo disgelo, secondo norma UNI 7087;
- ritiro idraulico secondo UNI 11307 (per i calcestruzzi tipo C1 e A1);

La prova della profondità di penetrazione all'acqua (secondo UNI EN -8), da eseguirsi su almeno 3 provini per i calcestruzzi di tutte le classi di esposizione ambientale, dovrà fornire un valore massimo, ottenuto dalla media delle medie dei provini, inferiore al copriferro di progetto.

Possono essere richieste da ACEA prove allo scopo di definire un'apposita correlazione per la stima della resistenza mediante metodi non distruttivi (secondo UNI EN 12504-2/4), in modo da avere un ulteriore parametro di confronto in caso di non conformità in opera.

Devono essere verificati, in aggiunta alle specifiche sopra riportate, anche i requisiti aggiuntivi per le miscele di calcestruzzo definiti al punto precedente e quelle per i singoli tipi di calcestruzzo riportate ai paragrafi precedenti della presente sezione di Capitolato.

l'ESECUTORE deve verificare la rispondenza dei dosaggi impostati con i dosaggi realmente effettuati durante il caricamento all'impianto mediante esame della stampa della ricetta

Nel caso in cui la miscelazione del calcestruzzo da gettare in opera venga affidata ad autobetoniera, in fase di qualifica non può utilizzarsi il miscelatore ma solamente l'autobetoniera.

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

Le prove di qualifica delle miscele di calcestruzzo (così come quelle delle miscele cementizie e del calcestruzzo proiettato , devono essere effettuate esclusivamente da laboratori U A di cui all'art del DPR

L'approvazione delle miscele di calcestruzzo da parte di ACEA non libera in alcun modo l'ESECUTORE dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti.

La qualifica delle miscele deve essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta venissero a modificarsi i componenti o i dosaggi dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento delle miscele stesse.

1.6.7 CONTROLLI DI CONFORMITÀ IN CORSO D'OPERA E FREQUENZE DI PROVA

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da documenti che indichino gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica FPC (factory production control) in conformità al DM 17/01/2018.

ACEA effettuerà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza dei materiali e degli impasti impiegati con quelle garantite in sede di qualifica.

Resistenze

Per ciascun tipo di calcestruzzo, le resistenze di prelievo determinate in laboratorio a gg in corso d'opera (vedi p.to 6.5.9.1) non dovranno discostarsi del ± 15% del valore della resistenza media determinata in fase di qualifica della miscela e riportata nel medesimo dossier.

Aria aggiunta

In corso d'opera il contenuto di aria aggiunta dovrà essere verificato secondo UNI EN 12350-7 con la frequenza minima per ciascun giorno di getto, di 2 determinazioni per ciascun elemento da realizzare.

Rapporto acqua cemento

In corso d'opera il rapporto a/c dovrà essere determinato per ciascuna miscela di calcestruzzo con frequenza mensile o ogni mc in relazione all'effettivo utilizzo

Acqua essudata

La quantità di acqua essudata deve essere determinata in corso d'opera con frequenza mensile o ogni mc per ciascuna miscela utilizzata.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'ESECUTORE dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati all'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o presso l'impianto di confezionamento, ad eccezione delle eventuali determinazioni chimiche e delle prove necessarie ad ottemperare agli obblighi di legge che dovranno essere eseguite presso laboratori di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001.

Non è ammessa l'esecuzione delle prove contrattuali di capitolato a cura di laboratori di cantiere di proprietà o anche solo gestiti dal fornitore (di calcestruzzo, di aggregato, di additivi, etc..).

1.6.7.1 Controlli di accettazione della resistenza a compressione

Per il controllo di conformità della resistenza a compressione da parte di ACEA, valgono le prescrizioni contenute nel DM 17/01/2018 e nella relativa Circolare esplicativa. I controlli saranno classificati come segue:

- di tipo A: controllo di accettazione ogni 300 m massimo di getto;
- di tipo B: controllo di accettazione impiegato quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea uguali o superiori ai 1500 m .

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m di conglomerato e possibilmente a metà del carico). I campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

Sulla superficie dei provini sarà applicata (annegandola nel calcestruzzo un'etichetta riportante gli estremi per l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata da ACEA al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del campionamento deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

- identificazione del campione;
- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura, soletta di ponte, ecc.);
- identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- data e ora di confezionamento dei provini;
- firma della D.L.

Al termine del prelievo i provini verranno conservati in adeguate strutture predisposte dall'ESECUTORE, appoggiati al di sopra di una superficie orizzontale piana in posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). Trascorso questo termine i provini dovranno essere consegnati al Laboratorio incaricato di eseguire le prove di schiacciamento, ove si provvederà alla loro conservazione, una volta rimossi dalle casseforme, in acqua alla temperatura costante di 20±2 °C oppure in ambiente termostatato posto alla temperatura di 20±2 °C e umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua

L'ESECUTORE sarà responsabile della corretta conservazione e custodia dei provini campionati, mentre sarà responsabilità del DL assicurare la consegna degli stessi al Laboratorio incaricato. Alla consegna deve essere prodotta una domanda ufficiale di richiesta prove sottoscritta dalla Direzione Lavori, la quale indicherà la posizione e il tipo di strutture interessate da ciascun prelievo.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al par. 11.2.5.3 del DM 17/01/2018

1.6.7.2 Controllo di accettazione dei valori di consistenza

La lavorabilità al momento del getto sarà sempre controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione. L'ESECUTORE è tenuto comunque a verificare la consistenza del calcestruzzo di ogni autobetoniera e a darne evidenza ad ACEA. La misura della lavorabilità sarà condotta in accordo alla UNI-EN 206 dopo aver scaricato dalla betoniera almeno 0,3 m di calcestruzzo e sarà effettuata mediante differenti metodologie.

Sarà cura dell'ESECUTORE garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che è assolutamente vietata qualsiasi aggiunta di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera L'ESECUTORE deve garantire che tra fine confezionamento del calcestruzzo e fine getto non intercorra un tempo superiore a 90 minuti.

Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dall'impianto al cantiere dovessero risultare superiori ai minuti In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione purché esso possegga i requisiti di lavorabilità e resistenza iniziale prescritti. Di ciò si deve dare evidenza mediante apposita specifica della miscela approvata da ACEA.

Il calcestruzzo con lavorabilità inferiore potrà essere a discrezione di ACEA:

- respinto (l'onere della nuova fornitura in tal caso resta in capo all'ESECUTORE);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione; tutti gli oneri derivanti dalla maggior richiesta di compattazione restano a carico dell'ESECUTORE.

1.6.7.3 Controlli di conformità della resistenza sulle opere finite

In caso di controllo su elementi strutturali già realizzati dove si possono essere evidenziate problematiche tali da richiedere la verifica della qualità del materiale, il prelievo, da eseguire da parte dell'ESECUTORE in contraddittorio con ACEA, deve avvenire eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici con operazioni di taglio e rettifica delle basi, in accordo alla norma UNI EN 12504-

Si riportano le prescrizioni e raccomandazioni che devono essere seguite dall'ESECUTORE nell'applicare il criterio di seguito esposto per la valutazione dei risultati:

- l'estrazione e la prova devono essere preferibilmente effettuate non oltre due mesi dopo la posa in opera del calcestruzzo; per tempi più lunghi gli effetti di maturazione e carbonatazione superficiale possono portare a sovrastima delle resistenze di cui si deve tenere conto;
- l'estrazione dei provini da strutture in elevazione deve essere effettuata nella parte mediana delle strutture perché l'effetto di autocompattazione porta a incrementi della massa volumica e della resistenza nella parte inferiore;
- i provini ricavati dai prelievi non devono contenere al loro interno più di un elemento di armatura normale alla direzione di prova, preferibilmente nessuno, in caso contrario il provino deve essere scartato; inoltre i provini non devono contenere alcuna armatura in direzione parallela al loro asse longitudinale.
- La stima della resistenza caratteristica del calcestruzzo si baserà sui risultati ottenuti nelle prove a compressione su un numero n di provini estratti dalla porzione di struttura in esame tenuto conto che per ogni lotto di 100 m di calcestruzzo indagato o frazione, il numero di provini n non deve risultare minore di quattro.
- Il diametro delle carote deve essere maggiore di almeno 3 volte la dimensione massima effettiva dell'aggregato e comunque maggiore di mm Il rapporto tra lunghezza e diametro dei provini deve essere possibilmente pari a 2 o comunque compreso tra 1 e 2.

Le carote una volta estratte, e i provini da esse successivamente ricavati, devono essere mantenuti umidi mediante idonei sistemi di protezione (teli umidi, sacchi chiusi, immersione in acqua, ecc.) fino alla prova di compressione; nelle lavorazioni di taglio e spianatura si deve evitare ogni essiccazione della superficie.

L'ESECUTORE deve eseguire le prove di compressione sulle carote esclusivamente presso Laboratori Ufficiali o Autorizzati come indicato al punto precedente della presente sezione di Capitolato, alla presenza del ACEA.

I dati riscontrati devono essere registrati dall'ESECUTORE con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura di ACEA.

Deve essere eseguita la misura della massa volumica media delle carote estratte dalla struttura (m_v). Il confronto con la massa volumica determinata in sede di prelievo di accettazione dei provini cubici (m_{vo}), compattati a rifiuto, porterà alla valutazione del grado di compattazione del calcestruzzo nella struttura: $G_c = m_v/m_{vo}$

Tale rapporto deve risultare maggiore di 0,9, ed in questo caso si procederà alla misura delle resistenze a compressione sulle carote, altrimenti l'elemento strutturale non può essere accettato.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale e per i criteri di accettabilità si rimanda ai paragrafi precedenti.

11.2.8 della Circolare 2/2/09 n. 617/C.S.LL.PP.

Controlli integrativi

Ad insindacabile giudizio di ACEA, possono essere richiesti ulteriori controlli sul calcestruzzo di cui alle norme UNI EN 12504-

1.6.8 CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO D'ARMATURA PER C.A. E C.A.P.

1.6.8.1 Prescrizioni comuni alle tipologie di acciaio

L'ESECUTORE deve utilizzare acciai prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento, mediante un sistema di gestione della qualità del prodotto certificato da parte di un organismo terzo indipendente che operi in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO /IEC17021:2006.

La valutazione e il mantenimento della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito avviene mediante marcatura CE ai sensi del Regolamento EU n.311/11 di recepimento della direttiva

/106/CEE o, quando non applicabile, come nel caso delle armature per cemento armato, attraverso la procedura di qualificazione indicata nel DM 17/01/2018 p. 11.3.1.2, con rilascio di apposito Attestato di Qualificazione da parte del Servizio Tecnico Centrale (S.T.C.) della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che deve accompagnare tutte le forniture di acciaio.

Deve essere garantita l'identificazione e la rintracciabilità dei prodotti qualificati mediante apposita marchiatura, secondo quanto indicato nel suddetto DM 17/01/2018 p. 11.3.1.4, inserita nel Catalogo Ufficiale degli acciai qualificati depositato presso il S.T.C..

La marchiatura deve specificare in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

La stessa deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione. La sua mancanza, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rende il prodotto non impiegabile.

Le forniture devono inoltre essere provviste dell'apposito cartellino indicante la designazione del prodotto come indicato, ad esempio, nella norma UNI EN 10080.

ACEA, prima della messa in opera, verificheranno che tutte le forniture provenienti dallo stabilimento di produzione siano accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione e la corrispondenza del marchio riportato sulle armature con quello riportato sull'attestato stesso. Si precisa che per le barre ordinarie e per i rotoli è ammessa solamente la marchiatura di laminazione. Il documento di trasporto deve riportare altresì:

- la data di spedizione e le indicazioni relative alla quantità, al tipo, alla colata, al destinatario e all'opera per cui l'acciaio è destinato
- l'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione (come indicato al par. 11.3.1.7 del DM).

Nel caso di fornitura effettuata da un centro di trasformazione (es. sagomatori o assemblatori) ACEA verificheranno preliminarmente il possesso dei requisiti di cui al par. 11.3.1.7 del DM 17/01/2018; in particolare acquisiranno gli estremi dell'attestato di Denuncia dell'attività di Centro di trasformazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del C.S. dei Lavori Pubblici in quanto un centro di trasformazione privo di tale attestato non può fornire acciaio presagomato.

Sul documento di trasporto delle forniture in cantiere devono essere indicati gli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione e il logo o il marchio del centro di trasformazione con indicazione dell'utilizzazione prevista secondo il progetto approvato (opera, parte d'opera, posizione, numero totale dei ferri per posizione).

1.6.8.2 Acciaio per cemento armato

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciaio saldabile e ad aderenza migliorata, delle seguenti tipologie:

Acciaio per c.a. B450C

- Barre di acciaio (8 mm ≤ Ø ≤ 30 mm)
- Rotoli (8 mm ≤ Ø ≤ 30 mm)
- Reti elettrosaldate (8 mm ≤ Ø ≤ 30 mm)
- Tralicci elettrosaldati (8 mm ≤ Ø ≤ 30 mm)

Acciaio per c.a. B450A

- Barre di acciaio (8 mm ≤ Ø ≤ 30 mm)
- Rotoli (8 mm ≤ Ø ≤ 30 mm)
- Reti elettrosaldate (8 mm ≤ Ø ≤ 30 mm)
- Tralicci elettrosaldati (8 mm ≤ Ø ≤ 30 mm)

Tali prodotti possono essere utilizzati direttamente o come elementi di base per successive trasformazioni (saldature, sagomature ecc.). Le loro caratteristiche meccaniche devono rispettare i requisiti previsti dal D.M. 17/01/2018.

L'idoneità alla saldatura è condizionata dal non superamento dei valori di composizione chimica indicati nella tabella 11.3.II del DM 17/01/2018.

Se previsti da progetto possono impiegarsi altri tipi di acciaio quali gli inossidabili o gli zincati; per entrambi è richiesto il soddisfacimento dei requisiti indicati rispettivamente nei paragrafi 11.3.2.9.1. e 11.3.2.9.2. del medesimo D.M. 17/01/2018.

Per gli zincati debbono essere eseguiti specifici controlli sullo spessore e sulla continuità del rivestimento, nonché sull'aderenza acciaio-rivestimento in osservanza della norma UNI 10622.

1.6.8.2.1 Controlli di accettazione in cantiere

I controlli sull'acciaio consegnato in cantiere sono disposti da ACEA sotto il proprio controllo diretto e devono eseguirsi prima della messa in opera del prodotto e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere.

Le modalità di prelievo e di valutazione della conformità del prodotto sono quelle indicate ai paragrafi 11.3.2.10.4, per barre e rotoli, e 11.3.2.11.3 per reti e tralicci elettrosaldati del DM 17/01/2018.

Su ciascun lotto di spedizione consegnato, formato da massimo 30 t, si dovranno prelevare n. 3 spezzoni di lunghezza non inferiore a 120 cm o n. 3 saggi ricavati da tre diversi pannelli (reti e tralicci elettrosaldati), marchiati, dello stesso diametro e provenienti dallo stesso stabilimento di produzione. Qualora il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino una diversa provenienza, i controlli debbono essere estesi a ciascun lotto di provenienza.

Nel caso di armature provenienti da un Centro di Trasformazione, ACEA potranno effettuare i controlli di accettazione anche recandosi presso il medesimo Centro.

In tal caso i prelievi verranno effettuati dal Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione, secondo le disposizioni impartite da ACEA lì presenti, che si assicureranno mediante sigle, etichettature, ecc., che i campioni inviati al laboratorio incaricato siano quelli da lui prelevati e che sottoscriverà la richiesta specificando la struttura interessata dal prelievo.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere tutte le indicazioni elencate nel par. 11.3.2.10.4 del D.M. 17/01/2018 e la verifica delle tolleranze dimensionali riporate al par. 11.3.2.8 del DM 17/01/2018.

ACEA acquisirà tali certificati di prova e confronteranno i valori riscontrati con quelli di accettazione riportati sulla tabella 11.3.VI del suddetto paragrafo.

Se i risultati delle prove sono maggiori o uguali al valore prescritto, il lotto consegnato deve essere considerato conforme altrimenti si dovrà procedere a ulteriori prelievi e prove secondo quanto stabilito nel par. 11.3.2.10.4 del D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda la verifica delle tolleranze dimensionali, si pecisa che per valori della sezione misurata compresa fra il 98% e il 100% della sezione teorica, il materiale sarà contabilizzato sulla base della sezione teorica stessa. Per valori della sezione misurata inferiori al 98%, ma superiori al valore limite ammesso per la tolleranza dal DM 17/01/2018 , l'ESECUTORE dovrà procedere al reintegro della sezione mancante negli elementi strutturali ai quali l'armatura è destinata, o, in alternativa, potrà produrre, a sua cura e spese, calcoli di resistenza che giustifichino l'impiego del minor quantitativo di armatura Quest'ultimo, nel caso di esito positivo delle veifiche, verrà contabilmente detratto dall'importo contrattuale

ACEA, oltre alle prove previste dalla normativa, potrà disporre l'effettuazione di ulteriori controlli con le modalità che verranno a riguardo indicate.

Il materiale non ritenuto idoneo deve essere stoccato dall'ESECUTORE in apposita area.

L'ESECUTORE deve acquisire la documentazione su indicata e ne deve riportare gli estremi all'interno del "Registro dei ferri e prelievi" atto a consentire la rintracciabilità tra i singoli documenti di trasporto degli acciai, parte dell'opera dove lo stesso è stato impiegato e i relativi certificati di prova

Tale documento deve formare oggetto di controllo da parte di ACEA e del Collaudatore delle strutture.

1.6.8.3 Acciaio per cemento armato precompresso

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui al DM 17/01/18 e controllati (in stabilimento, nei centri di trasformazione e in cantiere) con le modalità riportate al par. 11.3.3.5.4 dello stesso DM come di seguito indicato.

1.6.8.3.1 Controlli di accettazione in cantiere

I controlli in cantiere che ACEA deve far eseguire sono regolati dal DM 17/01/2018 e devono avvenire secondo le modalità indicate dalla norma UNI EN ISO 15630- presso un laboratorio di cui all'art del DPR n. 380/2001. Per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 tonnellate, va eseguito un prelievo di tre saggi sui quali effettuare le prove per la determinazione dei corrispondenti valori minimi di:

- tensione di rottura (f_{pt});
- tensione di snervamento (f_{py});
- limite elastico allo 0.1% (f_p);
- tensione corrispondente al 1% della deformazione totale (f_p).

I risultati delle prove sono ritenuti compatibili se nessuno dei valori risulta inferiore ai corrispondenti valori dichiarati dal produttore.

Nel caso che anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti questa condizione devono eseguirsi prove supplementari secondo la procedura indicata al par. 11.3.3.5.3 del DM 17/01/2018.

Qualora la fornitura delle armature provenga da un centro di trasformazione, ACEA, esaminata preliminarmente la documentazione attestante il possesso dei requisiti che lo stabilimento è tenuto a trasmettergli, in analogia a quanto già indicato per le barre da cemento armato, potrà recarsi presso il medesimo centro ed effettuare tutti i controlli di legge.

1.6.9 NORME E REGOLE DI ESECUZIONE

1.6.9.1 Impiego di magrone o malta di livellamento

L'ESECUTORE, prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, deve predisporre sul fondo dello scavo già adeguato, uno strato di calcestruzzo magro (Tipo I) avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore minimo dello strato, se non diversamente previsto dai documenti di progetto, è 10 cm.

L'ESECUTORE deve verificare che, prima di effettuare la posa in opera della malta di livellamento, le superfici siano accuratamente pulite.

1.6.9.2 Messa in opera delle casseforme

L'ESECUTORE deve comunicare preventivamente ad ACEA il sistema e le modalità esecutive che intende adottare per l'esecuzione dei getti, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'ESECUTORE stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione delle opere provvisionali e della loro rispondenza a tutte le norme di legge e ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto deve essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto.

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

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

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

Caratteristiche delle casseforme

È consentito l'uso di casseforme di tipo metallico, in legno o costituite da materiali fibrocompressi

Dimensioni e spessori devono essere tali da garantire la stabilità del posizionamento, eventualmente ricorrendo a opportuni irrigidimenti o controventature.

Per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo, l'ESECUTORE deve verificare che siano adottate specifiche matrici in conformità a quanto previsto dal progetto approvato.

Nel caso di getti all'aperto in condizioni di temperatura sfavorevole (prossime ai limiti di accettabilità previsti per il calcestruzzo l'ESECUTORE deve utilizzare casseforme di legno per la loro minore conducibilità termica, e deve curare che le stesse siano

eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

Nel caso di casseratura a perdere inglobata nell'opera, l'ESECUTORE deve verificarne la funzionalità se è elemento portante e la non dannosità se è elemento accessorio.

Pulizia e trattamento

L'ESECUTORE deve avere cura che i casseri siano sempre puliti e privi di elementi che possano pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito e, quando necessario, prima di ogni getto, facendo uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui Non è consentito l'utilizzo di prodotti potenzialmente macchianti o in grado di alterare la superficie di calcestruzzo in faccia vista.

L'ESECUTORE deve accertarsi che su tutte le casseforme di una stessa opera sia utilizzato lo stesso prodotto disarmante.

L'ESECUTORE per l'impiego e le prove sui prodotti disarmanti deve fare riferimento a quanto indicato nelle norme UNI 8866 parti 1 e 2.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto l'ESECUTORE deve fare uso di disarmante con agente tensioattivo secondo le modalità, tempistiche e quantità indicate dal produttore, o secondo le disposizioni di DL/AS, garantendo la vibrazione contemporaneamente al getto.

Per conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, nel caso di uso di disarmanti, l'ESECUTORE deve eseguire prove preliminari alla presenza di ACEA per dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

L'ESECUTORE deve verificare che i dispositivi che mantengono in posizione le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non siano dannosi a quest'ultimo; ove possibile, gli elementi delle casseforme devono essere fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato

cementizio; dove ciò non fosse possibile, l'ESECUTORE può adottatare altri sistemi da concordare con ACEA.

Non è consentito l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono ammessi distanziatori di plastica o in malta di cemento di forma cilindrica, semicilindrica o semisferica.

L'ESECUTORE deve verificare che la superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma sia ridotta al minimo.

Giunti tra gli elementi di cassaforma

L'ESECUTORE deve verificare che i giunti tra gli elementi di cassaforma siano realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiacca, irregolarità e sbavature; può essere richiesto da progetto che tali giunti debbano essere evidenziati.

L'ESECUTORE deve verificare che le riprese di getto in corrispondenza dei giunti di cassaforma sulla faccia vista siano delle linee rette e, qualora richiesto da ACEA, siano marcate con gole o risalti in profondità, da sigillare opportunamente all'occorrenza.

Controlli sulle casseforme

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, deve verificare la conformità delle casseforme riguardo ai seguenti punti:

- caratteristiche costruttive e strutturali;
- pulizia e trattamento;
- legature;
- giunti, in particolare nei punti di ripresa del getto;
- predisposizioni dei fori, delle tracce, delle cavità, ecc., previste nei disegni costruttivi;
- copriferro;
- prodotti disarmanti.

1.6.9.3 Posizionamento e realizzazione di gabbie di armatura e giunzioni

L'ESECUTORE deve, per quanto possibile, assicurare che siano garantite le seguenti condizioni:

- composizione fuori opera delle gabbie di armatura;
- in corrispondenza di tutti i nodi devono essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto;
- posizione delle armature metalliche entro i casseri, utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori;
- adozione di tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura, la stessa, se eseguita in cantiere, deve essere autorizzata da ACEA dietro preventiva presentazione di un'idonea procedura di lavoro che esplichi le modalità di esecuzione, i materiali e le attrezzature, nonché le qualifiche dei saldatori.

In questo caso l'ESECUTORE deve effettuare prelievi di barre con elementi di staffa saldati da sottoporre a prove di trazione e di resistenza al distacco presso laboratori di cui al punto precedente, allo scopo di verificare anche che la saldatura non abbia provocato una riduzione di resistenza nelle barre.

Nel corso dei lavori ACEA possono comunque richiedere ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

Nel caso d'impiego di manicotti filettati per la giunzione delle barre, l'ESECUTORE deve consegnare preventivamente ad ACEA, per accettazione, le schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare.

Devono essere eseguiti i controlli previsti per le forniture di acciaio indicati al capitolo della presente sezione di Capitolato.

In fase di posa e messa in opera deve essere eseguito prima del getto, il controllo, da parte di ACEA, della conformità ai disegni e alle specifiche relativamente a:

- dimensioni e sagome delle barre;
- posizionamento e regolarità delle maglie;
- valore delle sovrapposizioni;
- legature e distanziatori (secondo quanto indicato al punto precedente);
- maglia o terminale di messa a terra (se previsto);
- il controllo della pulizia dei ferri e degli eventuali inserti.

1.6.9.4 Messa in opera del calcestruzzo

1.6.9.4.1 Attività preliminari alla fase di getto

L'ESECUTORE è tenuto a presentare a ACEA, nei modi e nei tempi previsti dal Contratto, un programma dei getti che saranno eseguiti nella settimana lavorativa successiva, con indicazione di:

- data e ora di esecuzione del getto;
- ubicazione del getto (opera e parte d'opera);
- classe di resistenza del conglomerato cementizio, in accordo a quanto previsto dal progetto;
- metri cubi di calcestruzzo previsti;
- impianto di betonaggio di provenienza;
- riferimenti alla specifica documentazione di controllo approvata da ACEA.

Ogni variazione al programma deve essere comunicata (salvo casi dovuti a documentati motivi di sicurezza), in forma scritta, con un preavviso minimo di 1 giorno.

Inoltre l'ESECUTORE deve prevedere l'elaborazione di una procedura che specifichi le modalità di getto e di stagionatura delle opere parti d'opera da realizzare, da trasmettere preventivamente per informazione ad ACEA.

1.6.9.4.2 Esecuzione dei getti

L'ESECUTORE può iniziare le attività di getto solo dopo che ACEA abbia eseguito la verifica di conformità relativamente a piani di posa, casseforme, armatura, copriferro, inserti e quant'altro previsto dal progetto approvato. Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di un responsabile tecnico dell'ESECUTORE

Nel caso di getti contro terra l'ESECUTORE deve controllare che siano state eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto e/o alle disposizioni di ACEA:

- la pulizia delle superfici a contatto con il getto;
- la verifica del posizionamento di eventuali drenaggi, nonché la predisposizione dei mezzi per allontanamento aggottamento delle eventuali acque d'infiltrazione;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

Resta inteso che l'ESECUTORE deve provvedere al ripristino di eventuali cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

L'ESECUTORE deve accertarsi che lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme avvenga con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione. L'altezza massima di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, è pari a 100 cm.

Il calcestruzzo deve essere posto in opera e vibrato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze.

Se non sia altrimenti stabilito in progetto, il calcestruzzo deve essere vibrato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso; la durata della vibrazione è determinata dal tempo intercorso dall'immersione totale del vibratore fino all'affioramento in superficie della boiacca. Per omogeneizzare la massa durante il costipamento di uno strato i vibratori a immersione devono penetrare per almeno 5 cm nello strato inferiore.

Deve essere garantita la continuità del funzionamento delle attrezzature, anche mediante apparecchiature di riserva allo scopo di evitare rallentamenti e/o interruzioni delle operazioni di costipamento.

Per getti in pendenza devono essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di calcestruzzo troppo sottili per essere vibrate efficacemente.

La posa in opera deve essere eseguita mediante tubi-getto di ferro costituiti da segmenti di diametro fino a 25- 30 cm e lunghezza fino a 3 m, aventi nella parte superiore una tramoggia a imbuto per il calcestruzzo. La bocca inferiore del tubo così realizzato deve restare costantemente sotto il livello del calcestruzzo già gettato, in modo da favorirne la risalita. Per i getti di pali e micropali e per quelli di paratie di pali e diaframmi si rimanda alle prescrizioni indicate rispettivamente nelle sezioni che trattano tali argomenti nel presente capitolato.

L'ESECUTORE, nel caso di riprese di getto, previste da progetto o concordate con ACEA, al fine di assicurare un'adeguata continuità sia tra elementi strutturali contigui che tra parti di uno stesso elemento strutturale realizzate in tempi differenti, deve rispettare le prescrizioni di seguito riportate.

Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo fresco

L'ESECUTORE deve accertare in fase di qualifica che le caratteristiche della miscela possiedano requisiti tali da rendere compatibili i due getti, tenendo presente il tempo necessario per il ricoprimento del primo getto, il mantenimento della lavorabilità nel tempo, il tempo di presa del calcestruzzo già gettato All'atto del getto dello strato successivo, la consistenza dello strato di primo getto deve essere almeno tale da permettere la penetrazione della vibrazione per uno spessore di qualche centimetro.

Per ottenere questi risultati l'ESECUTORE deve garantire tempi massimi per le interruzioni senza compromettere le caratteristiche di monolicità.

Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito

L'ESECUTORE deve predisporre una superficie di ripresa, realizzando una scarifica meccanica del calcestruzzo indurito, procedendo, prima del nuovo getto, al lavaggio della superficie di ripresa con acqua in pressione in modo da eliminare la malta e lasciare esposto l'aggregato grosso

L'eventuale utilizzo di prodotti filmogeni antievaporanti deve rispondere alla norma UNI 8656. L'ESECUTORE deve sottoporre all'approvazione di ACEA la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione, deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (ad esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette); viceversa, prima di eseguire il successivo getto, si deve ravvivare la superficie.

Per strutture sotto falda e, comunque, ogni volta che sia prescritto dal progetto e/o richiesto da ACEA, dopo aver reso scabra la superficie di ripresa, l'ESECUTORE deve posare una malta o un betoncino di collegamento con caratteristiche, preliminarmente verificate e approvate da ACEA in qualifica, di tenuta all'acqua e di ritiro compensato e realizzare il nuovo getto sulla malta ancora fresca.

L'ESECUTORE deve verificare che tra le successive riprese di getto non vi siano distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario deve applicare adeguati trattamenti superficiali concordati con ACEA.

Getti in clima freddo

Conformemente a quanto indicato al punto precedente l'ESECUTORE deve verificare che la temperatura del calcestruzzo fresco al momento della consegna non sia minore di 5 °C. In condizioni di temperatura ambientale inferiore il getto può essere eseguito dietro il rispetto delle seguenti prescrizioni:

- nel caso in cui la temperatura dell'aria sia compresa fra ° C e 5° C, la produzione e la posa in opera del conglomerato cementizio devono essere sospese, a meno che non sia garantita una temperatura dell'impasto durante la fase di getto non inferiore a °C; l'ESECUTORE può ottenere il rispetto di tale limite di temperatura anche mediante un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti e o dell'acqua d'impasto all'impianto di betonaggio, con l'avvertenza che la temperatura raggiunta dall'impasto non sia superiore a 25° C.
- per temperature comprese fra -4° C e 0° C l'ESECUTORE può eseguire esclusivamente getti relativi a fondazioni, pali e diaframmi, ferme restando le condizioni dell'impasto di cui al punto precedente.

- salvo specifiche prescrizioni di progetto, da sottoporre comunque a preventiva approvazione dI ACEA, non si deve procedere all'esecuzione di getti quando la temperatura dell'aria esterna è inferiore a –4° C.

L'ESECUTORE deve inoltre adottare le seguenti ulteriori precauzioni:

- eseguire opportune protezioni dei getti, concordate preventivamente con ACEA, per permettere l'avvio della presa ed evitare la dispersione del calore di idratazione;
- eseguire una valutazione del tempo necessario al mantenimento delle cassaforme in relazione all'effettivo valore di temperatura ambientale;
- scegliere, per il getto, le ore più calde della giornata;
- in caso di presenza di neve e/o ghiaccio, prima del getto si deve accertarne l'avvenuta rimozione dai casseri, dalle armature e dal sottofondo.

Getti in clima caldo

Conformemente a quanto indicato al punto precedente, l'ESECUTORE deve verificare che la temperatura dell'impasto fresco, misurata all'arrivo in cantiere, non deve eccedere i 30°C; tale limite può essere superato qualora all'atto della qualifica della miscela sia stata prevista l'idoneità anche per temperature dell'ambiente superiori, mediante l'utilizzo di appositi additivi - come indicato al punto precedente al fine di garantire il mantenimento dei tempi di presa e della classe di consistenza di progetto.

La temperatura delle casseforme metalliche, se maggiore di 30°C, deve essere ricondotta a tale valore con tolleranza di 5°C mediante preventivi getti esterni di acqua fredda.

Per realizzare una miscela di calcestruzzo entro i limiti di temperatura sopra indicati l'ESECUTORE deve procedere al raffreddamento degli aggregati stoccati con getti di acqua fredda di cui si deve evitare il ristagno, prevedendo un adeguato drenaggio, già in fase di qualifica, tenendo conto nel dosaggio della miscela dell'eventuale assorbimento di acqua negli aggregati

Riguardo al mantenimento della classe di consistenza del calcestruzzo si deve fare riferimento a quanto indicato ai punti precedenti e in funzione del tipo di calcestruzzo come definito al punto precedente.

L'ESECUTORE per i getti in clima caldo, asciutto e ventilato deve:

- eseguire i getti al mattino, alla sera o di notte;
- impiegare cementi a basso calore d'idratazione;
- impiegare additivi superfluidificanti per il mantenimento della lavorabilità;
- a fine getto mantenere bagnate le superfici del calcestruzzo per almeno due giorni.

Per quanto non esplicitato o non in contrasto con le specifiche di cui sopra, si deve fare riferimento alla norma UNI EN 13670.

1.6.9.4.3 Controllo termico del calcestruzzo

Conformemente a quanto indicato al punto precedente, l'ESECUTORE deve eseguire il controllo termico dei getti in corso d'opera secondo le modalità di seguito indicate

Calcestruzzi di tipo C1

L'ESECUTORE deve predisporre idonea strumentazione (termocoppie) al fine di:

- verificare che, sul primo manufatto parte d'opera getto realizzato con miscela omogenea, risulti: $\Delta T1max < 40°C$ (differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura considerata);
- definire, per ogni condizione di temperatura ambiente, i tempi di casseratura in modo che risulti: $\Delta T2max < 20°C$ (differenza tra la massima temperatura registrata con la sonda posizionata all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero e la temperatura ambiente).

Calcestruzzi di tipo C2

L'ESECUTORE deve predisporre idonea strumentazione (termocoppie) al fine di:

- verificare che, sul primo manufatto parte d'opera getto realizzato con

miscela omogenea, risulti: ΔT_{1max} < 50°C (differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura considerata);

- definire, per ogni condizione di temperatura ambiente, modalità e tempi di casseratura in modo che, fino alla rimozione dei casseri, siano verificate entrambe le seguenti condizioni: ΔT_{2max} < 20°C (differenza tra la massima temperatura registrata con la sonda posizionata all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero e la temperatura ambiente) e $\Delta T_{3max} \leq$ °C (differenza tra la temperatura del nucleo e la massima temperatura all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero).

Qualora si rendesse necessario, in mancanza di specifiche indicazioni progettuali, l'ESECUTORE deve sottoporre ad approvazione di ACEA particolari accorgimenti da adottare per il rispetto delle suddette condizioni di temperatura (es. serpentine di raffreddamento o altro sistema).

Calcestruzzi di tipo F1 ed F2

L'ESECUTORE deve predisporre idonea strumentazione (termocoppie) al fine di verificare che sul primo manufatto parte d'opera getto realizzato con miscela omogenea, risulti: ΔT1max < 40°C (differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura considerata).

Calcestruzzi di tipo F3

L'ESECUTORE deve predisporre idonea strumentazione (termocoppie) al fine di:

- verificare che sul primo manufatto parte d'opera getto realizzato con miscela omogenea, risulti: ΔT1max < 35°C (differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura considerata);
- definire, per ogni condizione di temperatura ambiente, modalità e tempi di casseratura in modo che, fino alla rimozione dei casseri, siano verificate

entrambe le seguenti condizioni: ΔT2max < 20°C (differenza tra la massima temperatura registrata con la sonda posizionata all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero e la temperatura ambiente) e ΔT max ≤ °C (differenza tra l

temperatura del nucleo e la massima temperatura all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero).

Calcestruzzi di tipo G

L'ESECUTORE deve predisporre idonea strumentazione (termocoppie) al fine di verificare che sul primo manufatto parte d'opera getto realizzato con miscela omogenea, risulti: ΔT1max < 40°C (differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura considerata).

Qualora si rendesse necessario, in mancanza di specifiche indicazioni progettuali, l'ESECUTORE deve sottoporre ad approvazione dI ACEA particolari accorgimenti per il rispetto delle suddette condizioni di temperatura (es. serpentine di raffreddamento o altro sistema).

1.6.9.5 Stagionatura del calcestruzzo

L'ESECUTORE deve verificare che i metodi e la durata della stagionatura siano conformi a quanto stabilito dal progetto approvato, in modo da garantire:

a) la prescritta resistenza;

b l'assenza di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

L'ESECUTORE deve quindi prevedere per il periodo di stagionatura adeguati sistemi di protezione al fine di garantire al calcestruzzo il raggiungimento delle migliori caratteristiche sia al suo interno che in superficie.

Le protezioni messe in atto dall'ESECUTORE hanno lo scopo di impedire o quantomeno ridurre sensibilmente:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, evitando la minore idratazione del cemento che, in corrispondenza della zona del copriferro, è fonte di

potenziale permeabilità di sostanze esterne;

- il rischio di fessurazione per effetto del ritiro igrometrico che comporta un'accelerata carbonatazione dello strato di copriferro cui può corrispondere un rischio di corrosione delle armature e comunque una minore resistenza meccanica locale;
- nel caso di basse temperature il congelamento dell'acqua d'impasto e il rapido raffreddamento del getto, dovuti alla differenza di temperatura tra il manufatto e l'ambiente e quindi possibili cause di generazione di stati fessurativi.

La durata di una corretta stagionatura può essere ricondotta allo sviluppo della resistenza del calcestruzzo. A questo riguardo l'ESECUTORE può fare riferimento alla tabella 16 della norma UNI EN 206 in cui è indicata una classificazione in funzione del rapporto tra la resistenza media a compressione a 2 gg e quella a 28 gg, da intendersi determinato sulla base dei risultati di qualifica della miscela. A questo riguardo, sulla base dei medesimi dati di qualifica, l'ESECUTORE determinerà un tempo minimo per le operazioni di scassero (esulante dalle comunque prioritarie considerazioni di natura statica), analizzando, tra gli altri parametri, la curva di sviluppo della resistenza in funzione del tempo.

I metodi di stagionatura previsti dall'ESECUTORE devono essere preventivamente sottoposti all'esame di ACEA che può richiedere apposite verifiche sperimentali.

Nel caso si prevedano nelle ore successive al getto temperature dell'aria minori di °C o maggiori di °C l'ESECUTORE deve utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti.

I materiali coibenti di cui l'ESECUTORE può fare utilizzo sono:

- fogli di polistirolo o poliuretano espanso, tagliati e fissati ai casseri;
- fogli di lana di roccia ricoperti da fodere di polietilene;
- fogli di schiuma vinilica;
- schiume poliuretaniche spruzzate sull'esterno della cassaforma

Per un più efficace utilizzo, tali materiali devono essere sempre protetti dall'umidità con teloni impermeabili

Si deve provvedere al mantenimento del corretto grado di umidità delle superfici per almeno le prime 48 ore dopo il getto, mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo, ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi.

Per la verifica della corretta e migliore stagionatura ACEA potrà richiedere all'ESECUTORE l'utilizzo di apposite termocoppie in grado di rilevare la temperatura del calcestruzzo in prestabilite differenti parti della struttura (nucleo, periferia, copriferro interno), secondo le indicazioni del precedente punto.

.

L'ESECUTORE durante il periodo di stagionatura deve evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Per quanto non previsto dal presente Capitolato si può fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670.

1.6.9.6 Azioni di disarmo

L'ESECUTORE può procedere alla rimozione delle casseforme quando siano stati raggiunti i tempi di maturazione preventivamente determinati in funzione della minima resistenza ottenuta per la struttura e dal sufficiente grado d'idratazione raggiunto dal calcestruzzo, o secondo quanto indicato nel progetto approvato.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette, che dovessero sporgere dai getti, devono essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

1.6.9.7 Caratteristiche superficiali dei getti

Per le superfici a faccia-vista, affinché il colore superficiale del calcestruzzo risulti il più possibile uniforme, l'ESECUTORE deve verificare e garantire che il cemento utilizzato in ciascuna opera provenga dallo stesso cementificio e sia dello stesso tipo e classe, che la sabbia provenga dalla stessa cava e abbia granulometria e composizione costante nel tempo.

Analogamente l'ESECUTORE deve garantire per le singole parti un medesimo trattamento di stagionatura, curando che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme e il calcestruzzo risulti privo di efflorescenze;

qualora queste ultime apparissero, sarà onere dell'ESECUTORE procedere alla tempestiva eliminazione mediante spazzolatura.

L'ESECUTORE deve evitare l'insorgenza di macchie di ruggine sulle superfici finite di calcestruzzo causabili dalla presenza temporanea dei ferri di ripresa scoperti e a diretto contatto con l'acqua piovana.

Nessun ripristino può essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo benestare di ACEA, che deve autorizzare i materiali e la metodologia d'intervento proposti dall'ESECUTORE sulla base della causa e della tipologia del difetto A questo riguardo l'ESECUTORE deve rispettare le indicazioni contenute nelle norme UNI EN 1504.

1.6.10 ELEMENTI PRECOMPRESSI

1.6.10.1 Posizionamento delle armature di precompressione

L'ESECUTORE deve attenersi rigorosamente alle disposizioni contenute nel progetto approvato, in particolare per quanto riguarda:

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

Fatte salve indicazioni di progetto al riguardo, al fine di preservare le armature metalliche delle strutture in cemento armato precompresso dall'azione corrosiva delle correnti vaganti, l'ESECUTORE è tenuto a collegare tutti i ferri delle armature di precompressione tra loro nelle testate delle strutture mediante un conduttore di acciaio collegato ad un terminale da realizzare con un tondino di ferro dolce del diametro di 24 mm e sporgente dalla struttura per una lunghezza non inferiore a 20 cm.

Qualora tale procedimento non fosse possibile e, per motivi di sicurezza inerenti l'integrità delle armature di precompressione, sia prevista da progetto l'adozione

di tecniche d'isolamento alternative, l'ESECUTORE deve verificare che i prodotti indicati siano idonei allo scopo e abbiano ottenuto l'approvazione di ACEA.

L'ESECUTORE, relativamente alla conformità dei manufatti in conglomerato cementizio armato precompresso, oltre a rispettare le prescrizioni di progetto, deve verificare quanto indicato nel paragrafo circa le tolleranze costruttive.

1.6.10.2 Tesatura dei cavi di precompressione

L'ESECUTORE deve effettuare i controlli di conformità alle specifiche di progetto secondo i seguenti punti:

a) Preliminarmente alla messa in opera

L'ESECUTORE, prima delle operazioni di messa in tensione, deve redigere una relazione tecnica in cui dettagliare le modalità di applicazione della precompressione da trasmettere per approvazione ad ACEA.

I cavi d'armatura e i dispositivi speciali devono essere forniti di documentazione riportante:

- la provenienza e l'identificazione del lotto;
- l'idoneità del materiale;
- le certificazioni delle caratteristiche dei materiali.

b) Al momento del posizionamento L'ESECUTORE deve verificare la conformità:

- del tipo e della geometria di ogni singolo cavo;
- dei dispositivi speciali (ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa);
- dell'avvenuta predisposizione dei tubi di sfiato per le guaine secondo le indicazioni di progetto

c) Al momento della messa in tensione dei cavi

L'ESECUTORE deve verificare che:

- la messa in tensione delle armature avvenga con apparecchiature corredate di certificazioni di taratura del dispositivo completo (martinetto+centralina); si devono utilizzare martinetti monotrefolo dotati di dispositivo che impedisca la rotazione del trefolo durante le fasi di tesatura;

- le operazioni di tesatura e delle eventuali ritesature delle armature siano registrate in specifica documentazione di controllo riportante i valori dei tassi di precompressione e degli allungamenti totali o parziali di ogni cavo.

d) Controlli sul lavoro finito

ACEA, nel caso in cui non abbiano avuto garanzia della perfetta riuscita dell'intasamento delle guaine, potranno richiedere all'ESECUTORE l'effettuazione di prove di tipo endoscopico su almeno il % dei cavi di precompressione e in almeno 3 punti per ogni cavo (estremità e mezzeria nel caso di travi appoggiate, comunque in relazione all'andamento del tracciato).

In caso di esito negativo delle suddette prove, si procederà all'estensione del controllo secondo insindacabile giudizio di ACEA.

1.6.10.3 Dispositivi di ancoraggio

L'ESECUTORE deve verificare che i dispositivi di ancoraggio di estremità da impiegarsi per la precompressione a cavi scorrevoli (post-tensione) siano del tipo pressofuso e monoblocco. Tali dispositivi ai sensi del DM 17/01/2018 – p. 11.5 e dalla Circolare 617 C.S.LL.PP. 02/02/09 – p.11.5.1 devono essere dotati di marchio CE in conformità a specifico Benestare Tecnico Europeo, ovvero, mediante certificazione di idoneità tecnica a valenza esclusivamente nazionale, rilasciata dal S.T.C. del Ministero delle Infrastrutture.

Per le modalità di utilizzo di tali dispositivi (geometrie, dimensioni, distanze mutue e dal bordo della carpenteria, frettaggio, armature di dettaglio, etc.) l'ESECUTORE deve rispettare quanto riportato nei certificati di omologazione depositati.

1.6.10.4 Guaine ed iniezioni di malta

Per le caratteristiche delle guaine di acciaio, se previste in progetto, l'ESECUTORE deve fare riferimento ai requisiti minimi indicati nella norma UNI EN 523 – prospetto 1.

Per le guaine di plastica (pvc) della post-precompressione interna e aderente l'ESECUTORE deve rispettare le prescrizioni riportate nel Fib Bulletin 7 dal titolo "Guaine corrugate plastiche per post-tensione interna aderente (Corrugated plastic ducts for internal bonded post-tensioning") del Gennaio 2000.

Nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, l'ESECUTORE deve iniettare le guaine utilizzando una pasta di cemento fluida, a ritiro compensato e con adeguata resistenza meccanica, costituita da cemento, additivi ed acqua, non contenente cloruri o agenti che provochino espansione con formazione di gas aggressivi.

Eventuali additivi da impiegare per le malte devono rispondere ai requisiti della norma UNI EN 934-

L'ESECUTORE deve procedere, prima dell'impiego, alle prove di qualificazione della malta cementizia che intende utilizzare e ottenerne l'approvazione da parte di ACEA

Caratteristiche della miscela fluida e relativi controlli

Per la qualificazione della pasta cementizia l'ESECUTORE deve eseguire oltre alle prove atte a determinare il soddisfacimento dei requisiti di base definiti dalla UNI-EN 447, utilizzando i metodi di prova definiti dalla UNI EN 445, anche i seguenti accertamenti:

- qualificazione delle materie costituenti la miscela, secondo le prescrizioni e modalità indicate nella sezione relativa alla qualificazione del calcestruzzo;
- verifica dell'assenza di cloruri, polvere di alluminio, coke o altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas;
- determinazione della massa volumica della miscela fresca che deve risultare ≥ , t m ;
- verifica dell'essudazione che non dovrà essere superiore al 2% del volume iniziale della miscela;
- determinazione dell'espansione, misurata in acqua dopo 2 giorni, che deve essere superiore al 4%;
- misurazione del tempo di inizio presa a 30 °C, misurato secondo la Norma UNI-EN 196/3, che deve essere superiore a tre ore ed il tempo di fine presa che deve essere inferiore a 6 ore, ad umidità relativa del %

L'ESECUTORE effettuerà le prove suddette presso un laboratorio di cui ai punti precedenti della presente sezione di Capitolato.

Modalità di preparazione e iniezione

L'ESECUTORE deve verificare prima della fase di iniezione che:

- l'impastatrice sia del tipo ad alta velocità con almeno 1500-2000 giri/min. E' vietato l'impasto a mano, e il tempo di mescolamento è fissato di volta in volta in base ai valori del cono di Marsh;
- prima della fase d'iniezione la miscela sia vagliata con setaccio avente maglia di 2 mm di lato; il trattenuto deve essere scartato;
- nel caso d'iniezione con pompa sia prescritta la presenza di tubi di sfiato in corrispondenza di tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette e i cavi terminali. I tubi di sfiato devono essere presenti anche nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello;
- nel caso d'iniezione sottovuoto questa sia eseguita utilizzando un'apposita attrezzatura aspirante in grado di creare e mantenere, con la valvola di ingresso chiusa, una depressione di almeno 25 kPa nella guaina da iniettare per almeno 1 minuto. Inoltre si richiede che:
    - la pompa aspirante abbia una portata nominale di almeno 30 m3/h e sia accoppiata a un'idonea attrezzatura equipaggiata da contalitri per la misura del volume della guaina da iniettare;
    - l'iniezione possa essere eseguita solo dopo aver misurato il volume della guaina e verificato la possibilità di mantenere stabilmente nella medesima la depressione prescritta.

Durante l'iniezione l'ESECUTORE deve verificare che:

- le iniezioni siano eseguite possibilmente entro 7 giorni e comunque non oltre 15 gg dalla messa in tensione delle armature di precompressione;
- le condizioni climatiche (temperatura e presenza di gelo) siano tali da assicurare che la temperatura della struttura sia non inferiore a °C nelle ore seguenti all'iniezione, e comunque garantendo l'utilizzo di apposita malta antigelo con tenore di 6- % di aria occlusa;
- non vi siano possibilità d'infiltrazioni di aria nella guaina all'atto dell'immissione della pasta e per tutto il tempo dell'iniezione; gli eventuali

punti d'infiltrazione devono essere individuati e sigillati

- la pompa venga mantenuta in funzione fin quando la pasta non fuoriesce dal lato opposto della guaina in quantità almeno pari al volume equivalente a 50 cm di guaina, in modo da assicurare la completa rimozione di eventuali emulsioni protettive del cavo;
- la depressione nella guaina non superi i 35 kPa;
- il volume di pasta iniettata sia pressoché uguale al volume della guaina;
- quando la pasta fuoriesce dal lato opposto, si provveda a chiudere con una valvola il condotto di fuoriuscita e si prosegua a pompare fino a raggiungere la pressione di 500 kPa che deve essere mantenuta senza pompare per almeno 1 minuto;
- l'iniezione sia continua e non venga assolutamente interrotta Nel caso d'interruzione superiore a minuti il cavo venga lavato e l'iniezione ripresa dall'inizio;
- provveda con appositi contenitori, affinché la miscela di sfrido non venga scaricata sull'opera o attorno ad essa;
- durante le fasi di iniezione delle guaine, sia eseguita la misura del rapporto a/c e della fluidità sulla pasta cementizia in uscita ed in entrata per ogni impasto;
- l'iniezione continui finché la fluidità della pasta cementizia in uscita non sia analoga a quella della pasta cementizia in entrata con una tolleranza di ± 4 secondi;
- nel caso d'interruzione di iniezione, sia controllato che il tempo intercorso fino alla ripresa delle operazioni rimanga inferiore a 5 minuti, annotando gli orari di interruzione e di ripresa.

1.6.11 ELEMENTI PREFABBRICATI

Per quanto riguarda il trasporto, la movimentazione e le tecniche di messa in opera degli elementi e del complesso strutturale, l'ESECUTORE dovrà fare riferimento ai documenti di progetto i quali dovranno contenere tutte le indicazioni del caso, come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni

- DM 17/01/2018, nel rispetto delle responsabilità e competenze delle diverse figure professionali stabilite dalle stesse norme.

Come prescritto al par. 11.8.1 del DM17/01/2018, gli elementi costruttivi di produzione occasionale (ad esempio quelli realizzati in impianti temporanei di prefabbricazione esterni al cantiere o allestiti a piè d'opera devono comunque essere realizzati attraverso processi sottoposti a un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato ai paragrafi 11.8.2, 11.8.3, 11.8.4 (per quanto esplicitamente applicabile al campo della produzione occasionale) della citata norma.

Per le definizioni e le caratteristiche di conformità degli elementi prefabbricati prodotti in serie dichiarata e controllata si rimanda al par. 4.1.10 del DM 17/01/2018.

L'ESECUTORE dovrà far pervenire ad ACEA, all'atto della fornitura, i documenti di accompagno previsti al par. 11.8.5 del DM 17/01/2018., in particolare ACEA controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata nel citato decreto siano stati rispettati.

In caso di prodotti per i quali sia prescritta la marcatura CE, l'ESECUTORE dovrà consegnare ad ACEA, all'atto della fornitura, tutta la documentazione inerente la marcatura CE dei manufatti.

1.6.11.1 Controlli in fase di produzione degli elementi

Di seguito si riportano gli ulteriori controlli che l'ESECUTORE deve eseguire relativamente alla miscela di calcestruzzo:

Calcestruzzi di tipo A1

- test di spandimento secondo norma UNI EN 12350- per l'accertamento visivo dell'assenza di segregazione;
- controllo del valore di Rckj misurato su provini stagionati in vasca di maturazione accelerata con lo stesso ciclo di vapore adottato per il manufatto e controllato mediante sonde di registrazione nel calcestruzzo fresco;
- controllo della resistenza caratteristica a trazione indiretta fctkj (UNI EN

12390- ;

- controllo del modulo di elasticità del calcestruzzo (UNI EN 12390-

Calcestruzzi di tipo B1 e B2

- verifica del valore di Rckj allo scassero e del valore di penetrazione all'acqua (UNI EN - .

Di seguito si riportano gli ulteriori controlli che l'ESECUTORE deve eseguire relativamente al processo di produzione:

- le tolleranze sui casseri e sul posizionamento delle armature, quando non diversamente prescritto nel progetto approvato, devono essere conformi a quanto contenuto nel par 6.5.15;
- le operazioni di posa del calcestruzzo siano tali da consentire la necessaria compattazione con idonei strumenti e tali da escludere la possibilità di segregazione del calcestruzzo;
- in fase di stagionatura, nel caso di maturazione naturale, si devono evitare condizioni ambientali estreme, in termini di temperatura, umidità e ventilazione.

In fase di stagionatura, nel caso di maturazione accelerata mediante trattamento termico a vapore, l'ESECUTORE deve determinare, in sede di qualifica, per via sperimentale il ciclo di maturazione più idoneo al raggiungimento delle caratteristiche strutturali richieste nei tempi dettati dal ciclo produttivo dichiarato; tale piano di stagionatura deve essere approvato da ACEA.

In questa circostanza l'ESECUTORE deve inoltre:

- garantire l'ottenimento di manufatti privi di cavillature, lesioni, ed effetti pregiudizievoli nell'aderenza dell'armatura;
- controllare le temperature e i tempi di detto ciclo mediante misure in continuo nell'ambiente di stagionatura e all'interno dei provini di calcestruzzo, utilizzando sonde o apparecchiature equivalenti in grado di registrare l'andamento delle temperature nel tempo;
- verificare che il tempo di prestagionatura, alla temperatura massima di 30 °C, non sia minore di due ore;

- verificare che la velocità di riscaldamento non sia superiore a 20°C/h;
- verificare che la temperatura del punto più caldo all'interno del calcestruzzo non sia superiore a 60 °C;
- verificare che la fase di raffreddamento abbia una durata tale da garantire il raggiungimento della temperatura del manufatto a valori prossimi a quelli ambiente.

Nel caso di produzione occasionale degli elementi l'ESECUTORE deve assicurare inoltre che siano trascritti nel registro di produzione i seguenti dati:

- caratteristiche dei materiali impiegati;
- data e ora di inizio e fine getto;
- data e ora di rilascio di trecce/trefoli (per strutture pre-tese) o di tesatura dei cavi o barre (per strutture post-tese);
- tensione di tesatura delle armature di precompressione;
- per i manufatti pre-tesi allungamento a campione sul 30% di trecce/trefoli diritti e su tutti quelli eventualmente deviati;
- per i manufatti post-tesi allungamento parziale e totale di ogni cavo o barra.

In tale circostanza l'ESECUTORE deve inoltre effettuare la prova di carico su almeno i primi tre elementi prodotti a n. 3 cicli di carico, la cui entità e modalità di applicazione deve essere prevista nel documento di controllo dell'opera

Prima di procedere allo scassero dei manufatti, e all'eventuale taglio dei trefoli nel caso di elemento precompresso, l'ESECUTORE deve accertare che sia trascorso il tempo necessario previsto dal piano di stagionatura e che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza richiesta per quest'operazione, tenendo conto dell'attrito della cassaforma, delle azioni dinamiche, della posizione dei punti di sollevamento.

Nel caso di elementi prefabbricati precompressi l'ESECUTORE deve inoltre verificare che:

- il documento di controllo riporti il dettaglio delle grandezze da misurare, che deve comprendere almeno la verifica della deformata e, per un elemento ogni 10 prodotti, il controllo dimensionale rigoroso che, salvo limitazioni più restrittive previste in progetto, deve rispettare i valori indicati;

- nel caso delle travi sia sempre misurato sia l'accorciamento assiale che le controfrecce; per un elemento ogni cinque questa misura andrà ripetuta dopo 3 giorni dalla tesatura e poi settimanalmente per tutta la fase di stoccaggio del manufatto;

1.6.11.2 Marcatura e stoccaggio

Ogni elemento prefabbricato deve riportare il numero di matricola, conformemente ai disegni o al catalogo di produzione, in modo da permetterne in qualsiasi momento l'identificazione

Deve inoltre essere marcata la data di produzione e il peso dell'elemento qualora lo stesso costituisca parte strutturale dell'opera

L'ESECUTORE deve garantire che:

- i materiali vengano posti a stoccaggio in maniera propria, evitando qualsiasi danneggiamento e la costante esposizione di una parte del manufatto a condizioni sistematicamente diverse dalla rimanente;
- sia rispettata la posizione dei punti di appoggio come da progetto, in modo da non indurre o favorire deformazioni lente e/o variazioni dimensionali tali da pregiudicare il montaggio stesso e/o un rilassamento dei cavi di precompressione non ammissibile;
- siano utilizzati appoggi per lo stoccaggio che riducano al minimo le tensioni interne per dilatazione o ritiro;
- sia indicato il tempo minimo e massimo di stoccaggio.

1.6.11.3 Trasporto e movimentazione

L'ESECUTORE deve garantire che modalità e tempi di trasporto del manufatto siano tali da evitare danneggiamenti allo stesso. A tal fine si rappresenta che:

- per il calcolo delle sollecitazioni durante queste fasi, qualora non diversamente determinato, si assumerà un'azione dovuta al peso proprio maggiorato del 30% per il trasporto su strada e del 20% per il trasporto in area di cantiere;
- nel caso di trasporto su strada, le azioni indotte dalla frenatura e dalla geometria stradale non possano compromettere l'integrità degli elementi;
- prima di effettuare la movimentazione dei manufatti deve essere accertata

l'idoneità in termini di minima resistenza raggiunta;

- la movimentazione dei manufatti deve avvenire esclusivamente attraverso gli appositi dispositivi di ancoraggio incorporati nel manufatto medesimo.

1.6.12 CALCESTRUZZI SPECIALI

1.6.12.1 Calcestruzzo proiettato

L'impiego del calcestruzzo proiettato è soggetto al rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme EN 14487-1 ed EN 14487-2; ad esse l'ESECUTORE deve attenersi per quanto non espressamente indicato nei punti successivi della presente sezione di Capitolato.

1.6.12.1.1 Classificazione e designazione

Il calcestruzzo proiettato dovrà essere designato indicando almeno:

- classe di resistenza a compressione
- classe di esposizione ambientale
- classe di resistenza del calcestruzzo proiettato giovane
- classe contenuto cloruri
- diametro massimo dell'aggregato

In presenza di fibre nella miscela, dovrà essere precisata anche la classe di assorbimento dell'energia di deformazione.

Ulteriori requisiti potranno essere indicati negli elaborati progettuali in funzione delle specificità operative. E' definita una classificazione del calcestruzzo proiettato in funzione dei parametri di seguito indicati: *Classe di resistenza*

In analogia con la norma UNI EN 206, le resistenze di riferimento dei calcestruzzi proiettati sono valutate su provini estratti per carotaggio in opera o da pannelli di prova e sono espresse in termini di resistenza caratteristica cilindrica con una sigla del tipo cp-fck. Per le prove le carote devono avere altezza pari al diametro; questo deve essere sempre maggiore ad almeno 3 volte la massima dimensione degli inerti di pezzatura maggiore con un minimo di 8 cm. La determinazione della classe di resistenza alla compressione monoassiale deve avvenire in conformità alla norma EN 12504-1 ed EN 13791.

Destinazione d'uso	Sigla	Classe di resistenza a compressione minima	Classe di assorbimento energetico minima (fibrorinforzato) (norma EN 14487-	Classe di sviluppo della resistenza minima a compressione a breve termine (norma EN 14487-	Impiego
Temporaneo non strutturale	TN	C 16/20	-	-	Sottofondi – Riempimenti
		C 16/20	E 700	J1	Protezione di scarpate provvisorie
		C 16/20	E 700	J1	Protezione superficiale
Permanente non strutturale	PN	C 16/20	-	-	Riempimenti
		C 16/20	E 700	J1	Protezione di scarpate
		C 16/20	-	-	Impermeabilizzazioni
Permanente strutturale	PS	C 25/30	E 700	-	Rivestimenti di gallerie
			E 700	-	Rivestimenti armati di scarpate
			E 700	-	Strutture monoguscio – Riparazioni
Temporaneo strutturale	TS	C 25/30	E 700	J2	Rivestimenti di prima fase di gallerie
		C 25/30	E 700	J1	Protezione superficiale

Campo di impiego.

Nella tabella sono indicate le resistenze minime richieste in termini di resistenza caratteristica cilindrica su carota, la classe di assorbimento energetico (se fibrorinforzato) e lo sviluppo della resistenza nelle prime 24 ore.

In funzione del campo d'impiego deve essere definita la classe di esposizione conformemente a quanto indicato al punto precedente.

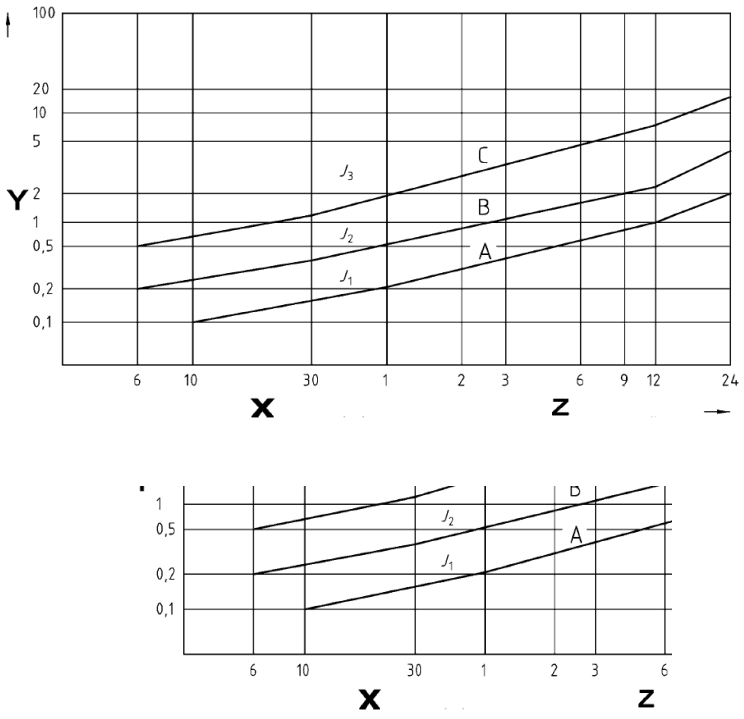
Sviluppo delle resistenze meccaniche del calcestruzzo giovane (fino a 24 ore).

In questo caso sono previste tre classi di sviluppo di resistenza in base al valore raggiunto dal calcestruzzo a determinate scadenze temporali come indicato nella norma EN 14487.

Energia di deformazione assorbita.

In questo caso si valuterà l'assorbimento dell'energia di deformazione secondo il procedimento indicato nella norma EN 14488-

Dalla piastra oggetto di punzonamento dovrà essere ricavata una coppia di carote per la successiva determinazione del contenuto di fibre secondo UNI EN 14487



Key

X Minutes

Y Compressive strength f_G *in* $\frac{N}{mm^2}$

Z Hours

Sviluppo delle resistenze del calcestruzzo proiettato a breve termine

1.6.12.1.2 Caratteristiche dei componenti

Per ciascun componente, ad esclusione degli inerti lapidei, deve essere disponibile una scheda tecnica e una scheda di sicurezza redatte in conformità alle prescrizioni della Direttiva CEE 91/155.

Cemento

Si rimanda a quanto indicato ai paragrafi precedenti e alla norma UNI EN 14487-

Il minimo contenuto di cemento nella miscela base non deve essere minore di 300 kg/mc

Aggiunte per la miscela base

Qualora si debbano impiegare pigmenti quali aggiunte, questi non devono indurre reazioni nocive con la pasta cementizia o con gli additivi; l'efficacia e il dosaggio devono essere verificati mediante prove preliminari in condizioni analoghe a quelle operative.

L'utilizzo di fibre, sintetiche e o metalliche, deve essere stabilito in relazione ai requisiti prestazionali e di durabilità previsti per il calcestruzzo proiettato; le specifiche di progetto devono definire il tipo di fibra, la sua forma, il dosaggio e la modalità d'immissione che deve essere tale da assicurare una distribuzione omogenea nella massa di calcestruzzo.

Su ogni singola confezione deve essere stampigliatla marcatura CE con il riferimento alla norma EN 14889-1 per le fibre metalliche ed EN 14889-2 per le fibre polimeriche, la sigla commerciale, la massa contenuta, la data e il luogo di produzione e il riconoscimento della partita al fine di individuare univocamente il materiale. La marcatura dovrà altresì riportare :

- la tipologia di fibra con la destinazione d'uso;
- materiale costituente la fibra;
- la classe (fibre polimeriche) rif EN 14889-2 o il gruppo (fibre di acciaio) rif EN 14889- ;
- la lunghezza, il diametro medio delle fibre e il rapporto di aspetto;
- la resistenza a trazione ed il modulo elastico delle fibre;
- gli effetti sulla lavorabilità in funzione del contenuto di fibre;

- gli effetti sulla resistenza in funzione del contenuto di fibre;

Dovrà essere fornita la documentazione tecnica a supporto dei valori riportati sulla marchiatura CE.

a)*Fibre metalliche*

Il dosaggio e il caricamento delle fibre devono avvenire per mezzo di un impianto automatico, provvisto di sbrogliatore nel caso di fibre sciolte, collegato al computer della centrale di betonaggio in grado di permettere la stampa in automatico di ogni singolo carico sulla bolla di consegna. Per la determinazione del contenuto di fibre nella miscela si deve fare riferimento al procedimento indicato nella norma EN 14488-
.

b)*Fibre sintetiche*

Possono essere usate fibre sintetiche, anche in aggiunta alle fibre metalliche.

Per la determinazione del contenuto di fibre nella miscela si deve fare riferimento al procedimento indicato nella norma EN 14488-

Per tali fibre devono essere dichiarati i trattamenti chimici e fisici o i rivestimenti superficiali utilizzati per migliorare la dispersione nel cls.

Aggregati

La dimensione massima dei granuli deve essere scelta in funzione del tipo di applicazione.

Per i calcestruzzi proiettati di classe TN o PN può essere utilizzata la gunite (miscela con aggregati aventi D_{max} = 4 mm).

Per le altre classi (Permanente strutturale e Temporaneo strutturale) la miscela deve essere realizzata con inerti aventi un diametro massimo nominale, D_{max} , non maggiore di 10 mm. Essi devono inoltre rispondere ai requisiti richiamati ai paragrafi precedenti e la fornitura deve essere costituita da almeno due classi granulometriche separate.

Acqua

Si rimanda a quanto indicato ai paragrafi precedenti

Additivi per la miscela base

I riferimenti normativi sono indicati ai punti precedenti al quale si rimanda.

Quando si prevede l'utilizzo di additivi particolari quali inibitori temporanei di presa o coadiuvanti di pompaggio, l'efficacia ed il dosaggio di questi deve essere determinato mediante prove preliminari in condizioni analoghe a quelle operative.

Additivi acceleranti di presa e/o indurimento per la proiezione

L'eventuale impiego deve essere limitato ad un dosaggio non maggiore del % per additivi acceleranti alcalini mentre per additivi acceleranti "alkali free" il dosaggio massimo è pari al % in massa sul contenuto di cemento, garantendo un valore per la resistenza a compressione, a 28 giorni, maggiore o uguale alla minima richiesta dal progetto, nonché al 75% di quella misurata sui provini di calcestruzzo di riferimento.

L'eventuale calo di resistenza indotto dall'additivo non deve pregiudicare il mantenimento delle prescritte resistenze minime a compressione nel tempo e, nel caso di calcestruzzo proiettato temporaneo, con garanzia a 180 giorni dalla proiezione.

L'efficacia e il dosaggio di tali additivi devono essere determinati mediante prove preliminari in condizioni analoghe a quelle operative.

L'additivo deve avere un contenuto in alcali equivalente (Na 0+0,65K 0) minore dell'1% in massa e un contenuto di cloruri inferiore al 0.1%.

Nei calcestruzzi proiettati esposti ad attacco solfatico la quantità totale di alluminati contenuti negli additivi acceleranti di presa (espressi come Al O) deve essere minore dello 0,6% in massa del contenuto di cemento. Nel caso di acceleranti privi di alcali tale limite può essere incrementato a 1%.

Gli acceleranti non devono contenere più dell' % di solfati (espressi come SO) sulla massa del cemento, mentre la quantità totale di solfati nella massa del calcestruzzo deve essere minore di 4,5%.

1.6.12.1.3 Produzione

Impianti di betonaggio

In aggiunta a quanto prescritto ai paragrafi precedenti, dosaggio e caricamento delle fibre devono essere effettuati in un impianto di betonaggio automatizzato, provvisto di sbrogliatore collegato al computer della centrale, in grado di permettere la stampa in automatico di ogni singolo carico sul report di consegna.

Deve essere dichiarata la sequenza di miscelazione raccomandata dal produttore e quella effettivamente utilizzata dal confezionatore all'impianto di betonaggio, per l'immissione delle fibre in fase di confezionamento

E' consentito l'uso di fibre di lunghezza non superiore al % del diametro delle tubazioni

Campo prova

Per i calcestruzzi proiettati di tipo strutturale permanente e per quelli eseguiti come rivestimento di prima fase delle gallerie, deve essere condotta una preliminare sperimentazione in condizioni analoghe a quelle della prevista applicazione allo scopo di definire il mix ottimale con particolare riguardo alle caratteristiche ed ai dosaggi di aggiunte e additivi, nonché le modalità di proiezione.

L'ESECUTORE deve orientare lo studio di qualifica verso la scelta di una miscela in grado di raggiungere i valori di resistenza indicati nel progetto, tenendo anche conto della necessità operativa di ottenere uno sviluppo rapido della resistenza nel breve periodo nel rispetto delle classi di resistenza a breve termine esplicitate nella norma EN 14487-

Per quanto riguarda la resistenza a compressione, le prove devono essere condotte su carote prelevate in sito e da cassette. Per queste ultime il prelievo deve comprendere campioni di calcestruzzo ottenuti sia parallelamente che ortogonalmente alla direzione di getto.

Per i calcestruzzi fibrorinforzati dovranno essere effettuate anche prove per la determinazione della classe di assorbimento energetico con le modalità riportate nella norma EN 14488-

Preparazione dei pannelli di prova

Per la preparazione dei pannelli si devono utilizzare casseforme di acciaio o di analogo materiale rigido non assorbente.

Le dimensioni minime della cassaforma sono 60x60x15 cm con inclinazione delle pareti di 45° circa. Le casseforme durante la proiezione devono essere appoggiate possibilmente sulla parete da rivestire, con inclinazione massima di 20° sulla verticale, e riempite con la medesima attrezzatura, tecnica di proiezione, spessore unitario per passata e distanza di proiezione adottate durante il normale lavoro.

Le casseforme di prova riempite devono essere conservate nelle stesse condizioni ambientali delle pareti rivestite e devono essere siglate per la successiva identificazione (mix, luogo di proiezione, data, nome dell'operatore).

Le casseforme non devono essere movimentate per almeno 16 ore dopo la proiezione e durante il trasporto

devono essere protette da urti e/o perdite di umidità. I pannelli, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in condizioni normalizzate o nelle stesse condizioni ambientali delle pareti rivestite in relazione agli accordi stabiliti prima dell'inizio dei lavori.

Confezione della miscela nel processo per via secca

Nel caso di utilizzo del processo per via secca l'umidità della sabbia non deve essere maggiore del %

Inoltre, nel caso di utilizzo di cementi a presa rapida e ultrarapida essa non deve superare il 3,5 ± 0,5%. Nel caso di premiscelati, l'umidità degli aggregati prima della miscelazione non deve essere maggiore di , % Deve inoltre essere utilizzato un premiscelatore per l'abbattimento delle polveri e per favorire la miscelazione dell'acqua con gli altri costituenti

Posizionamento dell'armatura e inserti

Le eventuali reti di armatura devono essere fissate con almeno 3 chiodi/m su un primo strato di conglomerato proiettato dello spessore di almeno 2-3 centimetri per evitare movimenti o distacchi durante la successiva proiezione.

Qualora per motivi progettuali od operativi sia necessario realizzare uno spessore di calcestruzzo proiettato maggiore di 15 centimetri deve essere prevista una seconda armatura da fissare con almeno 3 chiodi/m sul doppio strato già in opera, in modo tale da garantire un copriferro finale di almeno 4 centimetri.

Nel caso di impiego di reti di armatura disposte in più strati, la distanza fra gli strati deve essere compresa fra 30 e 50 mm in relazione al diametro massimo degli aggregati. La distanza fra le reti deve essere assicurata da idonei distanziatori in numero adeguato o mediante presagomature delle reti stesse.

Gli inserti, quali a esempio le canalette di drenaggio, casseforme a perdere e altri dispositivi che debbano essere inglobati nel calcestruzzo, devono essere saldamente fissati e lo spessore del loro ricoprimento deve superare i 4 cm.

Modalità esecutive

Per quanto non espressamente prescritto nei presenti paragrafi o indicato da DL/ ACEA, per la posa in opera del calcestruzzo proiettato si dovranno osservare le modalità esecutive indicate nella norma UNI EN

- L'operatore alla lancia (lancista) deve essere in possesso di un attestato rilasciato sulla base di un corso di formazione e di un relativo esame teorico pratica, che ne certifichi capacità e competenze.

1.6.12.1.4 Controlli sulla miscela

Le frequenze minime di riferimento per l'esecuzione dei controlli sono quelle indicate nella tabella di seguito riportata:

- Campionamento da calcestruzzo fresco e calcestruzzo indurito (norma EN- - .
- Resistenza alla compressione del calcestruzzo giovane laddove richiesta secondo EN 14488-2 e EN

  -
- Resistenza a compressione del calcestruzzo indurito con le modalità di cui alla norma EN 12504-1 alle scadenze previste (elaborati progettuali/capitolato), con valutazione della classe di resistenza secondo la norma EN 13791
- Determinazione energia assorbita (norma EN 14488- .
- Spessore del calcestruzzo (norma EN 14488- .

- Contenuto di fibre nel calcestruzzo proiettato fresco e indurito (norma EN 14488-7 metodo a e metodo b).
- Resistenza a compresssione del calcestruzzo indurito (norma EN 12504-1) con valutazione della classe di resistenza secondo la norma EN 13791.
- Penetrazione dell'acqua in pressione (norma EN - .

PROVA	Temporaneo non strutturale	Permanente non strutturale	Permanente strutturale / Temporaneo strutturale	Limiti di accettabilità
Spessore (media di 4 saggi)	*ogni 3000 m^2*	*ogni 1000 m^2*	*ogni 500 m^2*	*Valore progetto*
Contenuto di fibre nel calcestruzzo fresco (*)	*ogni 3000 m^2*	*ogni 3000 m^2*	*ogni 100 m^3 o ogni 500 m^2*	*Valore progetto*
Dosaggio dell'additivo per la proiezione	*(-)*	*ogni 2000 m^2*	*ogni 1000 m^2*	*<12% (con alcali)*
Resist. a compress. (stima) del cls giovane (+)	*ogni 5000 m^2 e almeno 1 volta ogni 3 mesi*	*ogni 5000 m^2 e almeno 1 volta ogni 3 mesi*	*ogni 2500 m^2 e almeno 1 volta al mese*	*Classe J progetto*
Resistenza a compressione del cls indurito	*ogni 1000 m^3 e almeno 1 volta al mese*	*ogni 1000 m^3 e almeno 1 volta a settimana*	*In base alle frequenze stabilite dal DM 17/01/18 per i controlli di legge e*	*Valore progetto*
Contenuto di fibre nel calcestruzzo indurito (*)	*ogni 2000 m^3 o ogni 10000 m^2*	*ogni 2000 m^3 o ogni 10000 m^2*	*ogni 400 m^3 o ogni 2000 m^2*	*≤10 %*
Penetrazione dell'acqua sotto pressione	*(-)*	*(-)*	*(-)*	*< 40 mm*
Assorbimento di energia (Tenacità) (*)	*ogni 2000 m^3 o ogni 10000 m^2*	*ogni 2000 m^3 o ogni 10000 m^2*	*ogni 400 m^3 o ogni 2000 m^2*	*Valore progetto*

(*) *Solo per conglomerato cementizio fibrorinforzato (+) Se richiesto in funzione della tipologia di opera*

(-) Se richiesto e con la frequenza prescritta dal progetto o su richiesta del Direttore Lavori

Sulla miscela allo stato fresco devono essere eseguite almeno le seguenti prove con le frequenze minime indicate o quelle più restrittive disposte da DL/ ACEA:

REQUISITO	frequenza min.	valore limite/tolleranza
rapp. a/c	*250 mc*	*a/c_{max} progetto, +0,02*
Massa volumica	*250 mc*	*97% valore qualifica*
Consistenza (slump test o tavola a scosse)	*ogni prelievo/50 mc*	*classe progetto*
Mantenimento lavorabilità	*semestrale*	*Valore progetto, ≥60 min*
Aria inglobata	*250 mc*	*max 3%*
Contenuto accelerante	*ogni proiezione*	*Valore qualifica ±10%*
Contenuto di fibre	*1/50 mc o 1/250 mq*	*Valore qualifica ±10%*
Acqua essudata	*250 mc*	*< 0,1%*
Contenuto di cloruri	*1/500 mc*	*< 0,2%*

DL/ ACEA potrà richiedere prove e verifiche aggiuntive sul calcestruzzo allo stato fresco o indurito.

1.6.12.2 Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio

L'impiego è consentito se previsto da progetto con le modalità e specifiche indicate nella norma UNI -

1.6.12.3 Calcestruzzo autocompattante

L'impiego è consentito se previsto da progetto con le modalità e specifiche indicate nella norma EN

: In fase di progetto può essere preso a riferimento il documento "The European Guidelines for Self-Compacting Concrete (BIBM-CEMBUREAU-ERMCO-EFCA-EFNARC "

1.6.13 TOLLERANZE COSTRUTTIVE

Si riportano nelle sottostanti tabelle le tolleranze dimensionali che L'ESECUTORE è tenuto a rispettare negli elementi realizzati in calcestruzzo armato e precompresso, oltre a quelle, eventuali, riportate nei disegni di progetto.

Per quanto non previsto dal presente Capitolato si può fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670.

OGGETTO DEL CONTROLLO	DESCRIZIONE E PARAMETRO DI CONTROLLO	TOLLERANZA (mm)	ULTERIORE LIMITAZIONE
1- Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc.	Posizionamento rispetto alle coordinate di progetto	±30	
	Dimensioni in pianta	-	
	Dimensione in altezza(superiore)	-	
	Quota altimetrica estrodosso	-	
2- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc. Gli scostamenti dimensionali non devono ridurre i copriferri minimi prescritti.	Posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto	±20	
	Dimensione in pianta(anche per pila piena)	-	
	Spessori muri,pareti, pile cave o spalle	-	
	Quota altimetrica sommità	-	
	Verticalità per < H ≤ m	±20	
	Verticalità per < H ≤ m	± H/0,3	
	Verticalità per H > 12 m	± [H/0,3-(H- ,	
3- Solette e solettoni per impalcati,solai in genere.	Spessore	-	
	Quota altimetrica estradosso	±10	
4- Vani, cassette, inserterie.	Posizionamento e dimensionamento vani e cassette	±15	
	Posizionamento inserti(piastre e boccole)	±10	
5- Travi prefabbricate (misurazioni sul cassero)	Lunghezza "L"	± L/2000	
	Generica dimensione "D" della sezione retta	± D/200	
6- Travi prefabbricate (misurazione sulla trave)	Posizionamento appoggi:direzione longitudinale (trave di lunghezza "L")	± L/2000	
	Posizionamento appoggi: direzione trasversale	± 10	
	Posizionamento altimetrico appoggi(assoluto)	±	
	Posizionamento altimetrico appoggi(relativo ad altri appoggi della stessa travata sulla stessa pila)	± 2,5	
	Parallelismo-trasversale-tra contropiastra trave e contropiastra baggiolo	± 0,003	
	Lunghezza "L" trave	L/1000	
	Dimensione globale "G" della sezione retta (es. altezza, lunghezza ali)	G/200	
	Spessore "S" anima	S/100	
7- Armatura Nota: le tolleranze qui indicate non possono ridurre i valori indicati nelle	Lunghezza barra rettilinea	± 25	

OGGETTO DEL CONTROLLO	DESCRIZIONE E PARAMETRO DI CONTROLLO	TOLLERANZA(mm)		ULTERIORE LIMITAZIONE
(*) In ogni metro di manufatto il numero di barre/staffe deve essere quello di progetto. (**) Nel caso di sezione di fine manufatto deve comunque essere rispettato il copriferro prescritto.	Copriferrro(elementi prefabbricati)	-		
	Copriferrro(solette)	-		
	Copriferro	-		
	Interasse staffe	± 20 (*)		
	Interasse barre	± 20 (*)		
	Armatura di precompressione (cavi e barre): posizionamento(verticale/orizzontale)	± 10		
	Armatura di precompressione (trefoli): posizionamento(verticale/orizzontale)	± 5		
	Punto terminale di barra rettilinea	± 50 (**)		
	Lunghezza di sovrapposizione o di ancoraggio	-		
	Piastra di ancoraggio trefoli:inclinazione			

1.6.14 INTERVENTI DI RIPRISTINO E/O RINFORZO DI STRUTTURE DEGRADATE IN CALCESTRUZZO

Gli interventi di ripristino di strutture in calcestruzzo, cemento armato o cemento armato precompresso, che presentino danni che diminuiscono il livello di durabilità della struttura e quindi della sua vita di esercizio, devono essere affrontati avendo come obiettivo la cessazione dei processi di deterioramento o, quando questo non risulti possibile per condizioni al contorno, il rallentamento consistente dei processi in atto.

Per raggiungere tale obiettivo è indispensabile eseguire un piano d'indagini mirato al riconoscimento delle cause dei fenomeni di degrado, alla definizione delle aree

su cui intervenire e degli spessori di calcestruzzo incoerente o contaminato da asportare.

Interventi di ripristino di strutture degradate sono frequentemente affiancati o divengono parte complementare di rinforzi strutturali o di adeguamenti. È pertanto molto utile poter utilizzare, quanto più possibile, materiali che possano avere requisiti idonei ad entrambe le categorie d'intervento cioè il ripristino ed il rinforzo. Un caso esplicativo e abbastanza frequente è la necessità nella stessa costruzione di ricostituire la sezione in alcuni elementi strutturali (ripristino) e in altri di realizzare il ringrosso della sezione (rinforzo- adeguamento).

Sia che si eseguano ricostituzioni della sezione originaria che ringrossi è necessario garantire:

- la monoliticità tra il vecchio calcestruzzo ed il materiale con cui vengono realizzati gli interventi;
- una elevatissima durabilità dei materiali utilizzati nei riguardi di agenti aggressivi dell'ambiente o di sostanze con cui vengano a contato;
- l'assenza di stati fessurativi sulle superfici delle strutture, in modo da combattere l'ingresso di sostanze aggressive.

Per garantire durabilità agli interventi è necessario:

1. scegliere le tecniche più idonee in relazione agli spessori e al tipo di elemento su cui intervenire;
2. prescrivere i materiali da utilizzare indicando requisiti, metodi di prova e prestazioni;
3. descrivere in modo dettagliato tutte le procedure di realizzazione;
4. verificare, prima dell'inizio dei lavori, che i materiali proposti dall'impresa forniscano le prestazioni specificate nel presente Capitolato in riferimento alle lavorazioni dello specifico progetto L'impresa dovrà presentare le schede tecniche e i certificati di laboratori ufficiali che attestino la marcatura CE e le prestazioni dei prodotti che intende utilizzare;

verificare, prima dell'inizio dei lavori, che le attrezzature che verranno utilizzate nelle varie fasi realizzative siano idonee e che l'intero processo realizzativo sia corrispondente a quanto previsto in progetto Sarà compito della DL far eseguire campioni per accertare l'efficacia di ogni fase realizzativa.

1.6.14.1 Indagini

Il successo e la durabilità dell'intervento di ripristino non possono prescindere da un piano di indagine che consenta d'individuare i processi di degrado in atto in modo da definire tutte le procedure realizzative idonee a bloccarli o rallentarli.

È fondamentale definire il piano d'indagini in modo da verificare le condizioni degli elementi costituenti la struttura che molto raramente presentano gradi di degrado omogenei Il piano d'indagini e la corretta interpretazione dei risultati sono elementi fondamentali per il progetto esecutivo dell'intervento, infatti consentono di definire:

- le aree su cui si deve intervenire;
- gli spessori d'intervento;
- le tecniche da utilizzare.

La fase successiva è la scelta prestazionale dei materiali in funzione dello specifico elemento da ripristinare e dei requisiti definiti necessari dal progettista.

La causa di degrado più ricorrente è generalmente la corrosione delle armature essa può avvenire per carbonatazione del calcestruzzo, per penetrazione di cloruri o per la presenza di correnti vacanti.

Il calcestruzzo carbonatato non è più in grado di passivare le armature, pertanto se il calcestruzzo è carbonatato per uno spessore superiore allo spessore del copriferro possono crearsi le condizioni per l'innescarsi nelle armature di processi di corrosione L'attacco in questo caso si presenta uniformemente distribuito sull'intera superficie dell'armatura

Se la corrosione è causata dalla penetrazione di cloruri fino a raggiungere i ferri d'armatura (il tenore critico è pari a 0,2 o 0,4 % rispetto al peso del cemento a seconda che si tratti di strutture con armature lente o strutture precompresse) la corrosione è di tipo localizzato.

A seguito di tali considerazioni le indagini più ricorrenti sono volte a determinare la profondità di carbonatazione e/o la concentrazione dei cloruri.

Altre indagini utili possono essere:

- determinazione sui diversi elementi strutturali dei reali spessori di copriferro, informazione fondamentale per stabilire se le armature siano a rischio di corrosione;
- misura del potenziale di corrosione delle armature (Norma UNI 9535) per verificare l'eventuale presenza di fenomeni di corrosione in atto e avere una prima informazione sula loro entità
- analisi chimico-fisiche per verificare se siano in atto processi di degrado del calcestruzzo causati per esempio da problemi di alcali reazione, attacco solfatico, attacco acido ecc.

1.6.14.2 Stato di conservazione delle strutture

L'entità del degrado relativo ad ogni singolo elemento della struttura, derivante dall'interpretazione dei dati ottenuti dal piano d'indagine, può essere classificato come segue:

- Inesistente.
- In fase d'innesco, non si è evidenzia alcun tipo di danno.
- Superficiale, gli spessori da ripristinare sono pari a 1-10 mm.
- Medio, gli spessori da ripristinare sono pari a 10-50 mm.
- Profondo, gli spessori da ripristinare sono pari a 60-100 mm.
- Molto profondo, gli spessori da ripristinare sono > 100 mm.

Avendo definito il grado di degrado, individuato l'estensione delle aree su cui intervenire e gli spessori d'intervento è possibile definire la tecnica realizzativa più appropriata (protezione, rasatura, rinzaffo o spruzzo, colaggio, incamiciatura) in relazione al tipo di elemento sui cui si deve intervenire.

L'entità del degrado relativo ad ogni singolo elemento della struttura, derivante dall'interpretazione dei dati ottenuti dal piano d'indagine, può essere classificato come segue:

	LIVELLO DEGRADO	TECNICA
	Inesistente	PROTEZIONE
	In fase d'innesco, non si evidenzia alcun tipo di danno	PROTEZIONE
	Superficiale, gli spessori da ripristinare sono pari a 1-10 mm	RASATURA
4a	Medio, gli spessori da ripristinare sono pari a 10-50 mm elementi verticali	RINZAFFO - SPRUZZO
4b	Medio, gli spessori da ripristinare sono pari a 10-50 mm elementi orizzontali	COLAGGIO
	Profondo, gli spessori da ripristinare sono pari a 60-100 mm	COLAGGIO-INCAMICIATURA

1.6.14.3 Materiale per il ripristino/rinforzo – criteri generali

I materiali da utilizzare per il ripristino e/o il rinforzo devono possedere la marcatura CE secondo la UNI EN 1054 parte 3, specifica per la ricostituzione o il ringrosso di sezioni di strutture in calcestruzzo.

Tale normativa indica i requisiti di base ai quali il progettista può affiancare ulteriori requisiti necessari per realizzare l'intervento specifico

La scelta del materiale più idoneo per realizzare lo specifico intervento deve essere effettuata confrontando i requisiti e le prestazioni richieste in fase progettuale con i requisiti e le prestazioni fornite dai prodotti disponibili sul mercato.

I fondamentali macro requisiti che un materiale per la riparazione, il ripristino o il rinforzo di strutture in c.a. deve garantire possono essere così sintetizzati:

a. Massima compatibilità con il calcestruzzo;
b. Monoliticità con il supporto;

c. Durabilità;

d. Semplicità e rapidità di esecuzione.

Compatibilità con il calcestruzzo

I materiali cementizi assicurano caratteristiche generali molto simili a quelle del calcestruzzo quali per esempio il processo d'invecchiamento (entrambi inorganici , moduli elastici e coefficienti di dilatazione termici dello stesso ordine di grandezza.

I materiali a base di resina vengono generalmente utilizzati per interventi di ripristino particolari quali: l'iniezione di fessure, la protezione da sostanze aggressive con sistemi filmogeni o per incollaggi e inghisaggi

Monoliticità con il supporto

I prodotti "normali tradizionali" a base cementizia sono caratterizzati da fenomeni di ritiro a lungo temine (ritiro igrometrico) che li rendono inadatti (fessurazioni, perdita di aderenza con il supporto) ad essere utilizzati per gli interventi di ripristino e/o rinforzo.

Per garantire la monoliticità in modo semplice ed affidabile sono ormai in uso da anni prodotti cementizi premiscelati che garantiscono una fase espansiva (anche quando sono maturati a contato con l'ambiente, condizione reale di utilizzo), che compensi il ritiro igrometrico a lungo termine che se non compensato genererebbe perdite di aderenza e stati fessurativi di una certa entità. È indispensabile che l'espansione non si sviluppi liberamente, ma che venga contrastata in questo modo si creano le condizioni per una precompressione chimica.

Il contrasto all'espansione viene realizzato mediante:

- un opportuno irruvidimento del supporto, operazione che comunque deve essere effettuata allo scopo di asportare il materiale degradato, contaminato o incoerente;
- l'utilizzo di materiali contenenti fibre inorganiche (idonei sia per applicazioni a spruzzo o per colaggio) o metalliche (idonei esclusivamente per applicazioni per colaggio) che consentono il contrasto all'espansione anche per interventi di spessore superiore a 30 mm.

Il requisito della capacità di fornire un'espandere contrastata con maturazione in aria è facilmente verificabile con una prova specifica la UNI 8147 parte seconda che prevede la maturazione dei provini in aria e non in acqua e, disponendo della semplice attrezzatura prevista. Tale verifica potrà essere eseguita anche in cantiere.

Durabilità

I materiali cementizi, utilizzati per la riparazione, il ripristino o il consolidamento devono essere totalmente o quasi totalmente premiscelati, così da garantire un'elevata durabilità, e caratterizzati da una bassissima porosità capillare e caratteristiche fisico-meccaniche che garantiscono elevata:

- Resistenza alla carbonatazione;
- Impermeabilità;
- Resistenza ai cloruri;
- Resistenza gelo – disgelo;
- Resistenza ai solfati.

Un'ulteriore fondamentale requisito per garantire elevata durabilità all'intervento ed aumentare di conseguenza la vita utile della struttura è quello di combattere la formazione di stati fessurativi, questi diverrebbero vie d'accesso preferenziali per l'ingresso di sostanze aggressive che potrebbero innescare nuovamente processi di degrado.

La fessurazione a breve termine è generata dal ritiro in fase plastica e deve essere combattuta:

- utilizzando malte cementizie premiscelate contenenti un numero elevatissimo di piccolissime fibre in poliacrilonitrile che costituiscono una armatura diffusa omogeneamente distribuita all'interno della massa La natura acrilica della fibra consente di utilizzare fibre di ridottissima lunghezza che, anche se utilizzate in quantità elevate, non pregiudichino le caratteristiche reologiche delle malte;
- realizzando anche una opportuna frattazzatura delle superfici.

La fessurazione a lungo termine è generata dal ritiro igrometrico il cui effetto viene eliminato realizzando una precompressione chimica basata sul principio dell'espansione contrastata con maturazione in aria

Semplicità e rapidità di esecuzione

La grande maggioranza degli interventi vengono realizzati con le strutture in esercizio, molto spesso sotto traffico, in condizioni ambientali non ideali. È quindi fondamentale utilizzare materiali:

- semplici da miscelare e mettere in opera;
- non eccessivamente influenzati da condizioni di temperatura, umidità e ventilazione;
- che sviluppino buone prestazioni meccaniche ed aderenze a stagionature anche brevi.

A seguito delle considerazioni precedenti i principali requisiti possono essere riassunti dalla seguente tabella:

Bleeding, UNI (*)
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-
Resistenza a compressione, UNI EN 12190
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/ (*)
Modulo elastico, UNI EN 13412
Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno, UNI 8147
Espansione contrastata con stagionatura in acqua ad 1 giorno, UNI 8147
Resistenza alla fessurazione (O Ring Test) (*)
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542

Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542 dopo 50 cicli di gelo disgelo secondo UNI EN 13687/1
Resistenza al taglio, UNI EN 12615 (*)
Resistenza alla carbonatazione, UNI EN 13295
Porosità capillare, UNI EN 13057 (*)

Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta, UNI EN
Reazione al fuoco UNI EN 1504-3 art. 5.5

Parte dei requisiti sopra elencati sono richiesti per la marcatura CE secondo la UNI EN 1504-3, altri (contrassegnati con (*)) sono necessari per una maggiore ingegnerizzazione della scelta dei materiali in relazione alle specifiche esigenze dell'intervento.

1.6.14.4 Sintesi del processo progettuale

È possibile sintetizzare il processo dell'intervento nella seguente tabella che consente di avere una visione complessiva delle situazioni che si possono presentare, collegate con la definizione dei materiali utilizzabili.

STATO DEL DEGRADO	SPESSORE	INTERVENTO TECNICA	MODALITA' APPLICATIVA	DESCRIZIONE PRODOTTO
Degrado superficiale/leggero	1-10 mm	Rasatura	Sabbiatura Idrosabbiatura	malta cementizia, premiscelata, tixotropica, polimeromodificata, monocomponente, a granulometria fine, contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.. Spessori da 1 a 3 mm.
				malta cementizia, premiscelata, tixotropica, a granulometria media, polimeromodificata, bicomponente, contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico. Spessori da 4 a 20 mm.
Degrado medio struttura verticale	10-50 mm	Spruzzo	Idrodemolizione Fresatura Martelletti meccanici	malta cementizia, premiscelata, tixotropica, contenente fibre inorganiche necessarie, insieme alla ruvidità del supporto, a garantire il meccanismo dell'espansione contrastata con stagionatura aria (requisito ottenibile con l'aggiunta in fase di miscelazione della malta di uno specifico componente liquido). Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico. Spessori da 10 a 50 mm.
				malta cementizia, premiscelata, tixotropica, a granulometria media, polimeromodificata, bicomponente, contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico. Spessori da 10 a 50 mm.
Degrado medio struttura orizzontale	10-50 mm	Colaggio	Idrodemolizione Fresatura Martelletti meccanici	malta cementizia, premiscelata, fluida, contenente fibre inorganiche necessarie a garantire, insieme alla ruvidità del supporto, il meccanismo dell'espansione contrastata con stagionatura aria (requisito ottenibile con l'aggiunta in fase di miscelazione della malta di uno specifico componente liquido). Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico. Spessori da 10 a 50 mm.
Degrado profondo	60-100 mm	Colaggio, incamiciatura	Idrodemolizione Fresatura Martelletti meccanici	betoncino, cementizio, premiscelato, fluido, contenente fibre inorganiche necessarie a garantire, insieme alla ruvidità del supporto, il meccanismo dell'espansione contrastata con stagionatura aria (requisito ottenibile con l'aggiunta in fase di miscelazione della malta di uno specifico componente liquido). Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico. Spessori da 60 a 100 mm.
				betoncino cementizio, ottenuto aggiungendo circa il 35 % in peso di aggregato selezionato, privo di impurità, ben lavato ed avente diametro minimo di circa 6 mm, diametro massimo di circa 10 mm ad una malta cementizia, premiscelata, fluida, contenente fibre inorganiche necessarie a garantire, insieme alla ruvidità del supporto, il meccanismo dell'espansione contrastata con stagionatura aria (requisito ottenibile con l'aggiunta in fase di miscelazione della malta di uno specifico componente liquido). Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico. Spessori da 60 a 100 mm.
Interventi rapidi	10-150 mm	Colaggio rapido	Idrodemolizione Fresatura Martelletti meccanici	**malta cementizia, premiscelata, fluida, a rapido sviluppo delle resistenze meccaniche anche a basse temperature fino a -5°C. Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.** Spessori da 10 a 150 mm.

Nei paragrafi successivi si forniranno per ogni entità di degrado i requisiti e le prestazioni che dovranno garantire i materiali utilizzabili e la descrizione del processo esecutivo relativo alla singola tecnica d'intervento.

1.6.14.5 Livello di degrado – tecnica d'intervento - caratterizzazione prestazionale dei materiali

Il progettista, avendo individuato la causa del processo di degrado, il livello di degrado, per interrompere i processi di degrado ed evitare che non si presentino in futuro indicherà le aree su cui intervenire, gli spessori di calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente da eliminare e stabilirà gli spessori di materiale da applicare prescrivendo la tecnica più appropriata.

1.6.14.6 Degrado superficiale – spessori 1 -10 mm - rasatura

La rasatura è la tecnica utilizzata per ripristinare superfici caratterizzate da un degrado superficiale limitato a qualche millimetro di spessore o per sanare superfici di calcestruzzo faccia a vista che presentino difetti realizzativi quali armature affioranti o copriferri ridottissimi, vespai, vaiolature, sbeccature, assenza di planarità.

Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

1. Preparazione della superficie mediante sabbiatura o idrosabbiatura.
2. Pulizia e pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco e successiva passivazione.
3. Pulizia e lavaggio della superficie di supporto.
4. Miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto.
5. Applicazione utilizzando macchine spruzzatrici o manuale mediante spatola dentata.
6. Finitura superficiale a frattazzo.

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni sotto indicate.

Spessori di applicazione 1-3 mm - malta cementizia, tixotropica, premiscelata, polimeromodificata, monocomponente

Si utilizzerà una malta cementizia, premiscelata, tixotropica, polimeromodificata, monocomponente, a granulometria fine, contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.

Applicabile su supporto sabbiato o idrosabbiato.

Tale malta dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla norma UNI EN 1504 parte 3 e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding, UNI 8998	Assente
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.05%
Resistenza a compressione, UNI EN 12190	1 giorno ≥ 10MPa 7 giorni ≥ 25MPa 28 giorni ≥ 35 MPa
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/1	1 giorno ≥ 2 7 giorni ≥ 5
Modulo elastico, UNI EN 13412	15 ÷ 18 GPa
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	≥ 2 MPa
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542 dopo 50 cicli di gelo disgelo, UNI EN 13687/1	≥ 2 MPa
Resistenza alla carbonatazione, UNI EN 13295	Prova superata
Porosità capillare, UNI EN 13057	≤ 0, kg x m^{-2} x $h^{-0,5}$
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta, UNI EN 12390/8	≤ 1 mm
Reazione al fuoco, UNI EN 1504-3 art. 5.5	Classe E

Spessori di applicazione 4-10 mm - malta cementizia, tixotropica, premiscelata, polimeromodificata, bicomponente

Si utilizzerà una malta cementizia, premiscelata, tixotropica, a granulometria media, polimeromodificata, bicomponente, contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.

Applicabile su supporto sabbiato o idrosabbiato.

Tale malta dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla norma UNI EN 1504 parte 3 e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding, UNI 8998	Assente
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.05%
Resistenza a compressione, UNI EN 12190	1 giorno ≥ 1 MPa 7 giorni ≥ 2 MPa 28 giorni ≥ 3 MPa
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/1	1 giorno ≥ 2 MPa 7 giorni ≥ 3 MPa 28 giorni ≥ MPa
Modulo elastico, UNI EN 13412	14 ÷ 18 GPa
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	≥ 2 MPa
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542, dopo 50 cicli di gelo disgelo secondo UNI EN 13687/1	≥ 2 MPa
Resistenza al taglio, UNI EN 12615	≥6 MPa
Resistenza alla carbonatazione, UNI EN 13295	Prova superata
Porosità capillare, UNI EN 13057	≤ 0, kg x m^{-2} x $h^{-0,5}$
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta, UNI EN 12390/8	≤ 1 mm
Reazione al fuoco, UNI EN 1504-3 art. 5.5	Classe E

1.6.14.7 Degrado medio – spessore 10-50 mm - strutture verticali o "sopratesta"- spruzzo o rinzaffo

La ricostituzione o il ringrosso di sezioni di elementi verticali in spessore minimo pari a 10 mm e massimo pari a 50 mm si realizza utilizzando malte cementizie premiscelate tixotropiche, espansive in aria o polimero modificate, applicate eccanicamente mediante macchine spruzzatrici non a ciclo continuo o mediante applicazione manuale a rinzaffo con cazzuola L'applicazione manuale è consentita solo nel caso d'interventi di limitata estensione.

Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

1. Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa, macchine idrodemolitrici, frese.

2. Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive avendo cura di garantire un copriferro di almeno 20 mm.
3. Pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco.
4. Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto.
5. Accurata miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto.
6. Applicazione utilizzando macchine spruzzatrici o manuale a rinzaffo o mediante cazzuola.
7. Finitura superficiale a frattazzo.

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni sotto indicate.

Malta cementizia, tixotropica, premiscelata, ad espansione contrastata con stagionatura in aria, contenente fibre inorganiche

Si utilizzerà una malta cementizia, premiscelata, tixotropica, contenente fibre inorganiche necessarie, insieme alla ruvidità del supporto, a garantire il meccanismo dell'espansione contrastata con stagionatura aria (requisito ottenibile con l'aggiunta in fase di miscelazione della malta di uno specifico componente liquido Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.

Applicabile su supporto macroscopicamente irruvidito con macchine idrodemolitrici, con frese, o martelletti meccanici.

Tale malta dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla norma UNI EN 1504 parte 3 e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding, UNI 8998	Assente
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.05%
Resistenza a compressione, UNI EN 12190	1 giorno ≥ 20 MPa 7 giorni ≥ 0 MPa 28 giorni ≥ 60 MPa

Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/1	1 giorno ≥ 4 MPa 7 giorni ≥ 7 MPa
Modulo elastico, UNI EN 13412	26 ÷ 30 GPa
Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno, UNI 8147 parte seconda	≥ 0,04%
Resistenza alla fessurazione (O Ring Test)	Nessuna fessura
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	≥ 2 MPa
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542 dopo 50 cicli di gelo disgelo secondo UNI EN 13687/1	≥ 2 MPa
Resistenza alla carbonatazione, UNI EN 13295	Prova superata
Porosità capillare, UNI EN 13057	≤ 0,30 kg x m^{-2} x $h^{-0,5}$
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta, UNI EN 12390/8	≤ mm
Reazione al fuoco, UNI EN 1504-3 art 5.5	Classe A1

Malta cementizia, tixotropica, premiscelata, polimeromodificata, bicomponente

Si utilizzerà malta cementizia, premiscelata, tixotropica, polimero modificata, bicomponente, contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.

Applicabile su supporto irruvidito con macchine idrodemolitrici, con frese, o martelletti meccanici; può essere applicata, oltre che su supporti macroscopicamente ruvidi, anche su supporti solamente sabbiati od irruviditi con acqua in pressione a circa 300-500 bar in funzione degli spessori da realizzare.

Tale malta dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla norma UNI EN 1504 parte 3 e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding, UNI 8998	Assente
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.05%
Resistenza a compressione, UNI EN 12190	1 giorno ≥ 20 MPa 7 giorni ≥ 40 MPa 28 giorni ≥ MPa
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/1	1 giorno ≥ 3 MPa 7 giorni ≥ 6 MPa
Modulo elastico, UNI EN 13412	23 ÷ 27 GPa
Resistenza alla fessurazione (O Ring Test)	Nessuna fessura
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	≥ 2 MPa

Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542 dopo 50 cicli di gelo disgelo, UNI EN 13687/1	≥ 2 MPa
Resistenza alla carbonatazione, UNI EN 13295	Prova superata
Porosità capillare, UNI EN 13057	≤ 0, kg x m^{-2} x $h^{-0,5}$
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta, UNI EN 12390/8	≤ 1 mm
Reazione al fuoco, UNI EN 1504-3 art. 5.5	Classe E

1.6.14.8 Degrado medio – spessori 10-50 mm - strutture orizzontali – colaggio

La ricostituzione o il ringrosso di sezioni di elementi orizzontali in spessore minimo pari a 10 mm e massimo pari a 50 mm si realizza utilizzando malte cementizie premiscelate fluide, espansive in aria, applicate meccanicamente attraverso pompaggio o manualmente mediante colaggio in entrambe le modalità si dovrà far in modo di garantire la continuità del getto per facilitarne la messa in opera e la compattazione. Le superfici esposte all'aria dovranno essere accuratamente stagionate per combattere la veloce evaporazione dell'acqua d'impasto ed il conseguente rischio di fessurazioni

Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

1. Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa, macchine idrodemolitrici, frese.
2. Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive avendo cura di garantire un copriferro di almeno 20 mm.
3. Pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco.
4. Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto.
5. Accurata miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto.
6. Eliminazione di eventuale acqua libera presente sul supporto.
7. Applicazione meccanica per pompaggio o manuale per colaggio.
8. Finitura superficiale con vibrofinitrice o con frattazzo in caso di superfici ridotte.
9. Stagionatura delle superfici esposte all'aria con specifici antievaporanti che

non creino film di distacco a eventuali successive lavorazioni (impermeabilizzazione, protezione), acqua nebulizzata (da evitare in inverno), teli (da evitare in estate).

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni sotto indicata.

Malta cementizia, fluida, premiscelata, ad espansione contrastata con stagionatura in aria, contenente fibre inorganiche

Si utilizzerà una malta cementizia, premiscelata, fluida, contenente fibre inorganiche necessarie a garantire, insieme alla ruvidità del supporto, il meccanismo dell'espansione contrastata con stagionatura aria (requisito ottenibile con l'aggiunta in fase di miscelazione della malta di uno specifico componente liquido). Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.

Applicabile su supporto irruvidito con macchine idrodemolitrici, con frese, o martelletti meccanici.

Tale malta dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla norma UNI EN 1504 parte 3 e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding, UNI 8998	Assente
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.05%
Resistenza a compressione, UNI EN 12190	1 giorno ≥ 20 MPa 7 giorni ≥ 50MPa 28 giorni ≥ 60 MPa
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196-1	1 giorno ≥ 4 MPa 7 giorni ≥ 7 MPa
Modulo elastico, UNI EN 13412	26 ÷ 30 GPa
Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno, UNI 8147 parte seconda	≥ 0,04%
Resistenza alla fessurazione (O Ring Test)	Nessuna fessura
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	≥ 2 MPa

Adesione al calcestruzzo (UNI EN 1542) dopo 50 cicli di gelo disgelo secondo UNI EN 13687-1	≥ 2 MPa
Resistenza alla carbonatazione, UNI EN 13295	Prova superata
Porosità capillare, UNI EN 13057	≤ 0,30 kg x m^{-2} x $h^{-0,5}$
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta, UNI EN 12390-8	≤ mm
Reazione al fuoco, UNI EN 1504-3 art. 5.5	Classe A1

1.6.14.9 Degrado profondo – strutture orizzontali/verticali – spessori 60-100 mm – colaggio / incamiciatura

La ricostituzione o il ringrosso di sezioni di elementi orizzontali o verticali in spessore minimo pari a 60 mm e massimo pari a 100 mm si realizza utilizzando betoncini cementizi fluidi, caratterizzati da un diametro massimo dell'inerte pari a mm applicate meccanicamente attraverso pompaggio o manualmente mediante colaggio anche entro casseri, in entrambe le modalità si dovrà far in modo di garantire la continuità del getto per facilitarne la messa in opera e la compattazione Le superfici esposte all'aria dovranno essere accuratamente stagionate per combattere la veloce evaporazione dell'acqua d'impasto ed il conseguente rischio di fessurazioni.

Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

1. Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa, macchine idrodemolitrici, frese.
2. Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive avendo cura di garantire un copriferro di almeno 20 mm.
3. Pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco.
4. Corretto posizionamento delle casseformi qualora il getto avvenga entro cassero.
5. Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto.
6. Accurata miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto.
7. Eliminazione di eventuale acqua libera presente sul supporto.
8. Applicazione meccanica per pompaggio o manuale per colaggio.

9. Finitura delle superfici esposte all'aria con vibrofinitrice o con frattazzo in caso di superfici ridotte;
10. Stagionatura delle superfici esposte all'aria con specifici antievaporanti che non creino film di distacco ad eventuali successive lavorazioni (impermeabilizzazione, protezione), acqua nebulizzata (da evitare in inverno), teli (da evitare in estate).

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni sotto indicate.

Betoncino cementizio, fluido, premiscelato, ad espansione contrastata con stagionatura in aria

Si utilizzerà un betoncino, cementizio, premiscelato, fluido, contenente fibre inorganiche necessarie a garantire, insieme alla ruvidità del supporto, il meccanismo dell'espansione contrastata con stagionatura aria (requisito ottenibile con l'aggiunta in fase di miscelazione della malta di uno specifico componente liquido). Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.

Applicabile su supporto irruvidito con macchine idrodemolitrici, con frese, o martelletti meccanici.

Tale betoncino dovrà possedere la marcatura CE con sistema di	Assente
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.0 %
Resistenza a compressione, (UNI EN 12390/3)	1 giorno ≥ 20 MPa 7 giorni ≥ 0MPa 28 giorni ≥ 60 MPa
Resistenza a trazione per flessione, (UNI EN 12390/5)	1 giorno ≥ 3 MPa 7 giorni ≥ MPa 28 giorni ≥ 7 MPa
Modulo elastico, (UNI 6556)	26 ÷ 30 GPa
Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno, (UNI 8148)	≥ 0,04%
Resistenza alla fessurazione, (O Ring Test)	Nessuna fessura
Adesione al calcestruzzo, (UNI EN 1542)	≥ 2 MPa rottura del CLS

Adesione al calcestruzzo (UNI EN 1542) dopo 50 cicli di gelo disgelo, UNI EN 13687/1	≥ 2 MPa rottura del CLS
Resistenza alla carbonatazione, (UNI EN 13295)	Prova superata
Porosità capillare, (UNI EN 13057)	≤ 0,30 kg x m^{-2} x $h^{-0,5}$
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta (UNI EN 12390/8)	≤ mm
Reazione al fuoco, UNI EN 1504-3 art. 5.5	Classe A1

Betoncino fluido espansivo ottenuto aggiungendo alla malta di cui ai paragrafi precedenti, aggregato di diametro massimo pari a 10 mm

Si utilizzerà un betoncino cementizio, ottenuto aggiungendo circa il 35 % in peso di aggregato selezionato, privo di impurità, ben lavato ed avente diametro minimo di circa 6 mm, diametro massimo di circa 10 mm ad una malta cementizia, premiscelata, fluida, contenente fibre inorganiche necessarie a garantire, insieme alla ruvidità del supporto, il meccanismo dell'espansione contrastata con stagionatura aria (requisito ottenibile con l'aggiunta in fase di miscelazione della malta di uno specifico componente liquido). Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.

Deve essere applicato su supporto irruvidito con macchine idrodemolitrici, con frese, o martelletti meccanici ed in presenza di armatura strutturale e/o di rete elettrosaldata opportunamente ancorata al supporto. La malta definita sopra alla quale sarà aggiunto il 35% di aggregato dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla norma UNI EN 1504 parte 3 e fornire le seguenti prestazioni.

Bleeding, UNI 8998	Assente
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.05%
Resistenza a compressione, UNI EN 12190	1 giorno ≥ 20 MPa 7 giorni ≥ 0MPa 28 giorni ≥ 60 MPa
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196-1	1 giorno ≥ 4 MPa 7 giorni ≥ 7 MPa
Modulo elastico, UNI EN 13412	26 ÷ 30 GPa

Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno, UNI 8147 parte seconda	≥ 0,04%
Resistenza alla fessurazione (O Ring Test)	Nessuna fessura
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	≥ 2 MPa
Adesione al calcestruzzo (UNI EN 1542) dopo 50 cicli di gelo disgelo secondo UNI EN 13687-1	≥ 2 MPa
Resistenza alla carbonatazione, UNI EN 13295	Prova superata
Porosità capillare, UNI EN 13057	≤ 0,30 kg x m^{-2} x $h^{-0,5}$
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta, UNI EN 12390-8	≤ mm
Reazione al fuoco, UNI EN 1504-3 art. 5.5	Classe A1

1.6.14.10 Interventi per rapido colaggio

La ricostituzione o il ringrosso di sezioni di elementi orizzontali in tempi molto rapidi anche in presenza di temperature ambientali fino a -5°C e in spessore minimo pari a 10 mm e massimo pari a 150 mm si realizza utilizzando malta cementizia, premiscelata, fluida, contenente fibre in poliacrilonitrile, a rapido sviluppo delle resistenze meccaniche anche a basse temperature fino a -5°C. Deve essere garantire un buon mantenimento della lavorabilità per consentire la messa in opera di opportune quantità di malta.

Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

1. Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa, macchine idrodemolitrici, frese.
2. Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive avendo cura di garantire un copriferro di almeno 20 mm.
3. Pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco.
4. Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto, in condizioni di bassa temperatura l'acqua deve essere riscaldata.
5. Accurata miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto, le quantità impastate devono essere correlate alle tempistiche di messa in opera e alle temperature ambientali.

6. Eliminazione di eventuale acqua libera presente sul supporto.
7. Applicazione manuale per colaggio.
8. Finitura superficiale con vibrofinitrice o con frattazzo in caso di superfici ridotte.
9. Stagionatura delle superfici esposte all'aria con specifici antievaporanti che non creino film di distacco ad eventuali successive lavorazioni (impermeabilizzazione, protezione), acqua nebulizzata (da evitare in inverno), teli (da evitare in estate).

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni sotto indicate.

Malta cementizia, premiscelata, fluida a rapido indurimento

Si utilizzerà malta cementizia, premiscelata, fluida, , a rapido sviluppo delle resistenze meccaniche anche a basse temperature fino a -5°C. Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.

Deve essere applicata su supporto irruvidito con macchine idrodemolitrici, con frese, o martelletti meccanici, per spessori superiori a 50 mm deve essere messa in opera in presenza di armatura strutturale e/o di rete elettrosaldata ben ancorata al supporto.

Tale malta dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla norma UNI EN 1504 parte 3 e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding, UNI 8998	Assente				
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.0 %				
Resistenza a compressione espressa in MPa, UNI EN 12190					
		-5°C	0°C	5°C	20°C
	4h ≥	10	20	25	35
	8h ≥	20	30	35	45

	24h ≥	45	55	60	65
	28g ≥	70	75	80	85
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/1	1g ≥ 3 MPa 7g ≥ MPa				
Modulo elastico, UNI EN 13412	28-32 MPa				
Resistenza alla fessurazione (O Ring Test)	Nessuna fessura				
Resistenza allo sfilamento (con carico di 75 KN), UNI EN 1881	≤ 0, mm				
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	≥ 2 MPa				
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542 dopo 50 cicli di gelo disgelo secondo, UNI EN 13687/1	≥2 MPa				
Resistenza alla carbonatazione, UNI EN 13295	Prova superata				
Porosità capillare, UNI EN 13057	≤ 0,30 kg x m-2 x h -0,5				
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta, UNI EN 12390/8	≤ mm				
Reazione al fuoco, UNI EN 1504-3 art 5.5	Classe A1				

***Le prestazioni relative a -5°C sono ottenute avendo portato il prodotto e l'acqua d' impasto a + °C* *Fasi applicative*

1a - Preparazione delle superfici in presenza di degrado superficiale

E' necessario asportare le parti di calcestruzzo superficialmente incoerenti mediante sabbiatura o idrosabbiatura. Il supporto così preparato si presenterà leggermente ruvido, integro e privo di qualsiasi sostanza che possa inficiare l'aderenza con il materiale di riparazione

1b. Preparazione delle superfici in presenza di degrado medio o profondo

E' necessario asportare tutto il calcestruzzo degradato e contaminato non soltanto quello incoerente mediante macchine idrodemolitrici manuali o robbottizzate, idonee frese idrauliche o martelletti meccanici. Il supporto dovrà risultare perfettamente integro e caratterizzato da una ruvidità di 3-5 mm.

2. *Pulizia delle armature eventualmente scoperte*

Dalle eventuali armature portate in superficie nella fase di asportazione del calcestruzzo dovranno essere asportati tutte le parti ossidate ed in fase di distacco mediante sabbiatura, idrosabbiatura o spazzolatura meccanica.

3. *Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive*

Le eventuali armature da aggiungere dovranno essere posizionate in modo da consentire il passaggio del materiale di riparazione dietro le armature stesse e da garantire uno spessore di copriferro di almeno 20 mm.

4. *Corretto posizionamento delle casseformi qualora il getto avvenga entro cassero*

Le casseforme dovranno essere non assorbenti per non sottrarre l'acqua d'impasto al materiale da riparazione. Dovranno inoltre essere perfettamente fissate e sigillate per resistere alla spinta di prodotti molto fluidi e per scongiurare la fuoriuscita di boiacca.

5. *Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto*

Poco prima dell'applicazione del materiale di riparazione è necessario pulire e saturare il calcestruzzo di supporto utilizzando preferibilmente acqua in pressione a circa 50- atm L'utilizzo di acqua in pressione aumenta l'affidabilità dell'intervento perché consente di eliminare i residui dell'idrodemolizione o, qualora si fossero utilizzati frese o martelletti meccanici, di asportare dalla superficie del supporto parti in microfessurate e/o non perfettamente aderenti.

6. *Miscelazione del materiale di riparazione*

La miscelazione dopo aver verifcicato che le temperature dell'ambiente e del supporto siano in linea con i limiti di applicazione del prodotto utilizzato. La miscelazione dovrà essere eseguita secondo le istruzioni riportate nella scheda tecnica del prodotto, ponendo particolare attenzione al quantitativo d'acqua d'impasto previsto.

7. *Applicazione*

L'applicazione dei prodotti tixotropici avverà manualmete per piccole superfi d'intevento mediante macchine spruzzatrici nel caso di superfici estese.

- L'applicazione manuale dovrà avvenire proiettando il prodotto con energia evitando assolutamente di spalmarlo per evitare che si inglobi aria all'interfaccia con il supporto Si consiglia di effettuare un primo rinzaffo e di applicare il resto del prodotto fino a raggiungere lo spessore prescritto.
- L'applicazione meccanica avverà utilizzando macchine spruzzatrici a

pistone o coclea, non devono essere utilizzate macchine a ciclo continuo. Qualora sia necessario applicare spessori maggiori di 50 mm è necessario applicare il prodotto in due-tre strati, applicando gli strati successivi a distanza di 24 ore da quello precedente.

L'applicazione di prodotti fluidi dovrà avvenire per colaggio o pompaggio anche entro cassero

Prima dell'applicazione su superfici orizzontali è necessario aspertare eventuale acqua libera rimasta sul supporto. Il getto dovrà avvenire con continuità senza interruzioni per ottenere il massimo scorrimento dell'impasto

8. *Finitura delle superfici*

Terminata l'applicazione si dovrà provvedere a rifinire la superficie per renderla planare. Nel caso di prodotti tixotropici si dovrà procedere alla frattazzatura della superficie per combattere la formazione di cavillature dovute alla prima evaporazione dell'acqua d'impasto. Nel caso di getti per colaggio le superfici dovranno essere rifinite, nel caso di aree estese, con macchine finitrici.

9 Stagionatura delle superfici esposte all'aria

Le superfici appena ripristinate esposte a forte insolazione e/o a forte ventilazione o in presenza di clima secco dovranno essere opportunamente stagionate per evitare una troppo rapida evaporazione dell'acqua d'impasto secondo quanto riportato nella scheda tecnica del prodotto utilizzato

1.6.14.11 Prove e controlli

La normativa europea UNI EN 1504 prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo nella parte 10 si occupa della messa in opera dei prodotti, della corretta esecuzione di tutte le fase realizzative e del controllo di qualità complessivo dei lavori.

L'insieme dei controlli si articolano in tre fasi successive: preliminari prima dell'inizio dei lavori, in corso d'opera e sulle opere finite Questi tre fasi di controlli consentono di perseguire la durabilità dell'intervento in modo diretto e progressivo con l'obiettivo di prevenire ogni possibile incomprensione e mal interpretazione del capitolato d'appalto

1.6.14.12 Controlli preliminari

L'obiettivo è quello di verificare prima dell'inizio dei lavori che:

- i materiali proposti dall'impresa forniscano le prestazioni indicate nel presente Capitolato in riferimento alle lavorazioni dello specifico progetto L'impresa dovrà presentare le schede tecniche e i certificati di laboratori ufficiali che attestino la marcatura CE e le prestazioni dei prodotti che intende utilizzare;
- le attrezzature che verranno utilizzate siano idonee ad eseguire tutte le varie fasi realizzative previste e che l'intero processo realizzativo sia corrispondente a quanto previsto in progetto Sarà compito della DL far eseguire campioni per accertare l'efficacia di ogni fase realizzativa.

La qualifica dei materiali, una volta verificato che le schede tecniche, i certificati e le dichiarazioni dei produttori soddisfino i requisiti e le prestazioni indicade in questo Capitolato e nei documenti progettuali, verrà eseguita controllando:

- la consistenza del prodotto ottenuta con il dosaggio d'acqua prescritto sulla scheda tecnica deve essere quella effettivamente utilizzata nella fase di applicazione del prodotto;
- le resistenze meccaniche a 1, 7 e 28 giorni, secondo la EN 12190 per le malte o la EN 12390 per i betoncini , ottenute con impasti aventi la consistenza precedentemente verificata;
- la compensazione del ritiro mediante prova di espansione contrastata secondo UNI 8147 parte prima o parte seconda per le malte o 8148 per i betoncini;
- l'adesione al supporto eseguita su un'area campione rappresentativa dell'intervento da eseguirsi

1.6.14.13 Controlli in corso d'opera

Le verifiche in corso d'opera prima e durante l'applicazione prevedono controlli sulle condizioni del supporto, la verifica delle condizioni termo-igrometriche e delle condizioni operative.

La frequenza e il tipo di controllo deve essere valutato in funzione della complessità dell'intervento

Condizioni del supporto dopo la preparazione e prima dell'applicazione

La DL si dovrà accertare in particolare che siano state eseguite correttamente ed in conformità a quanto prescritto nel presente Capitolato le seguenti fasi che precedono l'applicazione del prodotto di riparazione:

- asportazione del calcestruzzo degradato negli spessori previsti;
- corretta ruvidità del supporto in funzione degli spessori da applicare;
- pulizia delle armature eventualmente scoprerte e oggetto di fenomeni di corrosione;
- corretto posizionamento delle eventuali armature aggiuntive;
- corretto posizionamento di eventuali casseforme;
- pulizia e saturazione del supporto.

Controlli in fase applicativa

La DL dovrà effettuare il controllo di conformità riguardante:

- la temperatura dell'ambiente e quella del supporto;
- l'acqua d'impasto e che il corretto dosaggio sia eseguito in modo accurato;
- le resistenze meccaniche delle malte/betoncini. Per il cotrollo della resistenza a compressione da parte di ACEA vale quanto riportato in ai paragrafi precedenti del presente capitolato, con l'accortezza di utilizzare casseformi in acciaio quando si utilizzano prodotti ad espansione contrastata. Le dimensioni delle caseformi debbono essere pari a 4x4x16 cm per il collaudo di malte. Per i betoncini La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm al . Le modalità di prova devono essere conformi a quanto riportato nella norma UNI EN 12390/3 per le malte o nella UNI EN 12390/1 per i betoncini;
- l'umidità del supporto;

- l'espansione contrastata secondo quanto indicato dalla norma UNI modificata per le malte e la UNI 8148 modificata per i betoncini.

Controllo sul ripristino eseguito

- verifica qualitativa dell'aderenza dei materiali di riparazione al supporto mediante battitura a campione delle superfici;
- verifica quantitativa dell'aderenza dei materiali di riparazione al supporto mediante una prova di aderenza per trazione diretta in maniera analoga alle prove di laboratorio della EN 1542 prova di pull-off. La norma UNI EN 1504-10:2005 precisa che i valori di aderenza riscontrati in sito mediante la prova di pull- off dovranno essere opportunamente interpretati: l'aderenza del materiale di riparazione può variare, ma non può mai essere maggiore della resistenza a trazione superficiale del supporto. Pertanto si accettano valori in sito che rientrino nell'intervallo compreso tra 1,2 e 1,5 MPa per la riparazione strutturale, e un valore minimo di 0,7 MPa per la riparazione non strutturale;
- verifica a campione degli spessori applicati.

1.6.15 PROTEZIONE DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

Gli elementi di una struttura che:

- non presentino alcun degrado;
- sono interessati da processi di degrado nella fase iniziale che non hanno ancora determinato danni evidenti;
- sono sede di processi di degrado avanzati le cui cause non possono essere eliminate ma è possibile solo cercare di rallentare al massimo l'evolversi dei fenomeni,

possono essere protetti utilizzando sistemi filmogeni che, facendo da barriera all'ingresso ed al contatto di aggressivi con il calcestruzzo, aumentano la durabilità e di conseguenza la vita utile.

Il livello di protezione e quindi di durabilità deve essere determinato in relazione al grado di aggressione dell'ambiente, dell'elemento da proteggere e dalle condizioni di esercizio

L'efficacia della protezione è fortemente dipendente anche dallo spessore di film secco applicato, tale dato deve essere indicato in maniera chiara nel progetto. È sempre opportuno realizzare lo spessore previsto applicando due strati di prodotto in direzione 0-90°.

I sistemi protettivi, in funzione del grado di aggressione e o dell'utilizzo specifico si diversificano dal punto di vista della composizione chimica che generalmente può essere a base poliuretanica, acrilica, metacrilica, epossidica o mista.

Sono poi disponibili, nell'ambito della stessa natura chimica, formulati rigidi o più o meno elastici, questi ultimi vengono utilizzati quando è richiesta la capacità da fare da ponte a stati fessurativi più o meno impegnativi.

1.6.15.1 Scelta prestazionale dei sistemi protettivi

La scelta del sistema filmogeno protettivo più idoneo per la situazione specifica deve essere effettuata in funzione dei requisiti che risultano fondamentali, il progettista deve specificare i requisiti e le prestazioni che devono essere garantite, non limitandosi a prescrivere solamente la natura chimica del formulato.

Spesso la scelta del sistema protettivo più appropriato è il frutto di un ponderato compromesso tra prestazioni ritenute necessarie ma a volte in contrapposizione tra loro.

I requisiti principali che caratterizzano un sistema protettivo sono:

- Adesione al calcestruzzo
- Impermeabilità all'acqua
- Impermeabilità alla CO2
- Impermeabilità allo ione cloruro
- Permeabilità al vapore d'acqua

- Resistenza chimica a sostanze aggressive
- Resistenza cicli gelo-disgelo
- Resistenza UV
- Capacità di far da ponte a stati fessurativi (Crack bridging ability)
- Resistenza all'abrasione
- Contatto permanente con acqua
- Resistenza chimica per contatto con sostanze aggressive.

La parte 2 della normativa UNI EN 1054 è il riferimento per ottenere la marcatura CE dei sistemi protettivi. È opportuno inoltre ricordare che i requisiti e le prestazioni necessarie per ottenere la marcatura CE.

Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

- Preparazione del supporto con sabbiatura, idrosabbiatura o acqua in pressione per ottenere una superficie leggermente ruvida e per eliminare qualsiasi elemento che possa pregiudicare l'aderenza
- Pulizia delle superfici su cui intervenire con lavaggio o con aria compressa, al momento dell'applicazione il supporto deve risultare asciutto.
- Verificare che le condizioni ambientali e del supporto siano idonee all'applicazione
- Applicazione del promotore di adesione (primer) quando faccia parte del sistema.
- La miscelazione deve avvenire con idonea attrezzatura e per un tempo che garantisca l'omogeneità del prodotto. Nel caso di prodotti bicomponenti è fondamentale rispettare con estrema esattezza i rapporti di miscelazione.
- Applicazione del primo stato di finitura rispettando i tempi di sovrapposizione con l'eventuale primer
- Applicazione del secondo strato di finitura rispettando i tempi di sovrapposizione rispetto allo strato precedente.

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni sotto indicate.

1.6.15.2 Protezione elevatissima – sistema protettivo filmogeno elastico a base poliuretanica- spessore di film secco 200 micron

Sistema protettivo filmogeno, elastico, bicomponente, a base di resine poliuretaniche in solvente che consente di fare da ponte a stati fessurativi derivanti da ritiro plastico o igrometrico. Applicabile manualmente con rullo, pennello o meccanicamente con sistema airless, in spessore minimo di film secco pari a 200 micron.

È un sistema elastico, caratterizzato da buona capacità di crack bridging, da un elevatissimo effetto barriera, elevatissima resistenza all'aggressione degli agenti ambientali e dei cloruri, da un'ottima resistenza ai Raggi UV, da ottima permeabilità al vapore d'acqua

Tale protettivo dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+ essere conforme alla normativa UNI EN 1504 parte 2 e fornire le seguenti prestazioni riferite ad uno spessore di film secco di 200 µm:

Aderenza al calcestruzzo, UNI EN 1542	> 2,0 MPa - rottura tipo A
Determinazione della permeabilità al biossido di carbonio, UNI EN 1062-6 method A	Sd >120 m
Determinazione del grado di trasmissione del vapore acqueo UNI EN ISO 7783-1	Sd < 3 m
Resistenza alla fessurazione (Crack Bridging Ability), EN 1062-7	Statico A1 Dinamico B1
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua, EN 1062-3	0,007 (kgxm2xh-0.5)
Compatibilità termica (cicli gelo-disgelo con sali disgelanti) misurata come adesione, EN 1542 dopo 50 cicli	> 2,0 MPa - rottura tipo A
Resistenza all'esposizione agli agenti atmosferici artificiali (radiazioni UV e condensa), UNI EN 1062/11	Nessun rigonfiamento, nessuna fessurazione, nessuna scagliatura

1.6.15.3 Protezione elevata – sistema protettivo filmogeno elastico a base acrilica per strutture a contatto non permanente con acqua spessore di film secco 200 micron

Sistema protettivo filmogeno, elastico, monocomponente, a base di resina acrilica dispersa in acqua, applicabile manualmente con rullo, pennello o meccanicamente con sistema airless, in spessore minimo di film secco pari a 200 micron .

È un sistema elastico caratterizzato da buona capacità di crack bridging, da un elevato effetto barriera, da un'ottima resistenza ai Raggi UV, da ottima permeabilità al vapore Non deve essere applicato per la protezione di strutture a costante contatto con acqua. Essendo un prodotto in emulsione acquosa soffre l'applicazione a basse temperature

Tale protettivo dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla normativa UNI EN 1504 parte 2 e fornire le seguenti prestazioni riferite ad uno spessore di film secco di 200 µm:

Aderenza al calcestruzzo, UNI EN 1542	>1,0 MPa - Rottura tipo A
Determinazione della permeabilità al biossido di carbonio, UNI EN 1062-6 method A	Sd > 130 m
Determinazione del grado di trasmissione del vapore acqueo UNI EN ISO 7783-1	Sd < 0,5 m
Resistenza alla fessurazione (Crack Bridging Ability), EN 1062-7	Statico A1 Dinamico B1
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua, EN 1062-3	0,08 (kg·m2·h-0.5)
Compatibilità termica (cicli gelo-disgelo con sali disgelanti) misurata come adesione, EN 1542 dopo 50 cicli	> 0,8 MPa - rottura tipo A
Resistenza all'esposizione agli agenti atmosferici artificiali (radiazioni UV e condensa), UNI EN 1062/11	Nessun rigonfiamento, nessuna fessurazione, nessuna scagliatura

1.6.15.4 Protezione elevata – sistema protettivo filmogeno rigido a base metacrilica spessore di film secco 80-150 micron

Sistema protettivo filmogeno, rigido, monocomponente, a base di resine metacriliche in solvente applicabile manualmente con rullo, pennello o meccanicamente con sistema airless, in spessore minimo di film secco pari a 80 micron e massimo pari a 150 micron.

È un sistema rigido, caratterizzato da un elevato effetto barriera, elevata resistenza all'aggressione degli agenti ambientali e dei cloruri, da un'ottima resistenza ai Raggi UV, da buona permeabilità al vapore d'acqua

Tale protettivo dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla normativa UNI EN 1504 parte 2 e fornire le seguenti prestazioni riferite ad uno spessore di film secco di 150 µm:

Aderenza al calcestruzzo, UNI EN 1542	> 2,0 MPa - rottura tipo A
Determinazione della permeabilità al biossido di carbonio, UNI EN 1062-6 method A	SD > 200 m
Determinazione del grado di trasmissione del vapore acqueo UNI EN ISO 7783-1	SD < 2,5 m
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua, EN 1062-3	0,005(kgxm2xh-0.5)
Compatibilità termica (cicli gelo-disgelo con sali disgelanti) misurata come adesione secondo EN 1542, dopo 50 cicli	> 2,0 MPa - rottura tipo A
Resistenza all'esposizione agli agenti atmosferici artificiali (radiazioni UV e condensa) UNI EN 1062-11 dopo 2000 ore di esposizione	Nessun rigonfiamento, nessuna fessurazione, nessuna scagliatura

Controlli preliminari

L'obiettivo è quello di verificare prima dell'inizio dei lavori che:

- i sistemi protettivi proposti dall'impresa forniscano le prestazioni indicate nel presente Capitolato in riferimento alle lavorazioni dello specifico progetto L'ESECUTORE dovrà presentare le schede tecniche e i certificati di laboratori ufficiali che attestino la marcatura verificare, prima dell'inizio CE e le prestazioni dei prodotti che intende utilizzare;
- le attrezzature che verranno utilizzate siano idonee ad eseguire tutte le varie fasi realizzative previste e che l'intero processo realizzativo sia corrispondente a quanto previsto in progetto Sarà compito della DL far eseguire campioni per accertare l'efficacia di ogni fase realizzativa

Controlli in corso d'opera

Le verifiche in corso d'opera prima e durante l'applicazione prevedono controlli sulle condizioni del supporto, la verifica delle condizioni termo-igrometriche e delle condizioni operative.

La frequenza e il tipo di controllo deve essere valutato in funzione della complessità dell'intervento

Condizioni del supporto dopo la preparazione e prima dell'applicazione

La DL si dovrà accertare in particolare che il supporto:

- sia stato preparato opportunamente mediante sabbiatura, idrosabbiatura o acqua in pressione per ottenere una superficie leggermente ruvida e per eliminare qualsiasi elemento che possa pregiudicare l'aderenza
- sia stato perfettamente pulito medinte lavaggio o con aria compressa,
- al momento dell'applicazione risulti asciutto

Controlli in fase applicativa

La DL dovrà effettuare il controllo di conformità riguardante:

- la temperatura dell'ambiente e quella del supporto;
- l'umidità del supporto;
- i rapporti di miscelazione dei componenti A e B dei formulati bicomponenti siano rispettati;
- l'applicato il primer correlato allo specifico sistema protettivo;
- il tempo di ricopertura del primer con il sitema protettivo;
- la corretta applicazione in due strati del sistema protettivo;
- lo spessore di fil secco del sistema protettivo.

1.6.16 ANCORAGGI E INGHISAGGI

1.6.16.1 Ancoraggi con materiali cementizi

L'ancoraggio di barre ad aderenza migliorata, tirafondi, barre filettate a strutture in calcestruzzo può essere realizzato utilizzando materiali cementizi espansivi, caratterizzati da un processo espansivo contrastato per confinamento dalla tasca o dal foro di ancoraggio. La fase espansiva deve iniziare al termine della fase di presa cioè quando il materiale inizia quella d'indurimento Lo spessore di ancoraggio

minimo è di circa mm quando si utilizza una boiacca espansiva e di circa 10 mm quando si utilizza una malta.

È possibile realizzare ancoraggi molto rapidi utilizzando malte cementizie che assicurano un velocissimo sviluppo delle resistenze meccaniche anche a temperature basse fino a -5°C. I materiali cementizi devono esser messi in opera su supporti umidi, condizione facilmente realizzabile, contrariamente a formulati a base di resina che temono l'umidità dei supporti

La normativa di riferimento per ottenere la marcatura CE è la 1504 parte 6.

I requisiti principali che contraddistinguono un prodotto cementizio utilizzato per l'ancoraggio sono:

- Elevata fluidità, consente una veloce, semplice ed affidabile messa in opera per colaggio, fornendo all'impasto grandissima scorrevolezza e massima capacità di riempimento e di compattazione.
- Elevata aderenza, consente il corretto trasferimento delle sollecitazioni L'elevata aderenza è garantita nel tempo grazie alle caratteristiche espansive del prodotto che annullano i ritiri a lungo termine, propri dei normali conglomerati cementizi.
- Ottime prestazioni meccaniche, consentono di resistere ad elevate sollecitazioni statiche e dinamiche ed a cicli di fatica.
- Elevata resistenza ai cicli di gelo disgelo, requisito fondamentale per la durabilità di ancoraggi eseguiti all'esterno.
- Ottima impermeabilità all'acqua, garantisce la durabilità dell'ancoraggio.
- Ottima resistenza agli olii lubrificanti, consente l'impiego in ambienti industriali

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni sotto indicate.

Malta cementizia, premiscelata, fluida, ad espansione contrastata con stagionatura in acqua

Si utilizzerà una malta cementizia, premiscelata, fluida, ad espansione contrastata con stagionatura in acqua. Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico.

Applicabile per colaggio manualmente o tramite pompa in spessore minimo di 10 mm.

Tale malta dovrà possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+ essere conforme alla normativa UNI EN 1503 parte 6 e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding UNI 8998	Assente
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.0 %
Resistenza a compressione UNI EN 12190	1 giorno ≥30 MPa 7 giorni ≥ 0 MPa 28 giorni ≥ 60 MPa
Resistenza a trazione per flessione UNI EN 196/1	1 giorno ≥ 3 MPa 7 giorni ≥ MPa 28 giorni ≥ 7 MPa
Modulo elastico UNI EN 13412	26-30 MPa
Espansione in fase plastica UNI 8996 a 20°C, U.R. 65%	≥ 0,3%
Espansione contrastata ad 1 giorno UNI 8147 parte prima	≥ 0,03%
Resistenza allo sfilamento (con carico di 75 KN) UNI EN 1881	≤ 0, mm
Adesione al calcestruzzo UNI EN 1542	≥ 2 MPa
Compatibilità termica, adesione dopo i cicli di gelo-disgelo UNI EN 13687/1	≥ 2 MPa
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta (UNI EN 12390/8)	≤ mm
Assorbimento capillare UNI EN 13057	≤ 0,30 kg x m-2 x h -0,5
Resistenza alla carbonatazione UNI EN 13295	Specifica superata
Reazione al fuoco UNI EN 1504-3 art. 5.5	Classe A1

Malta cementizia, premiscelata, fluida a rapido indurimento

Si utilizzerà una malta cementizia, premiscelata, fluida, a rapido sviluppo delle resistenze meccaniche anche a basse temperature fino a -5°C. Contenente fibre in poliacrilonitrile per combattere gli effetti del ritiro plastico. Tale malta dovrà

possedere la marcatura CE con sistema di accreditamento 2+, essere conforme alla normativa UNI EN 1503 parte 6 e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding, UNI 8998	Assente				
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-17	≤ 0.0 %				
Resistenza a compressione espressa in MPa, UNI EN 12190					
		-5°C	0°C	5°C	20°C
	4h ≥	10	20	25	35
	8h ≥	20	30	35	45
	24h ≥	45	55	60	65
	28g ≥	70	75	80	85
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/1	1g ≥ 3 MPa 7g ≥ MPa				
Modulo elastico, UNI EN 13412	28-32 MPa				
Resistenza alla fessurazione (O Ring Test)	Nessuna fessura				
Resistenza allo sfilamento (con carico di 75 KN), UNI EN 1881	≤ 0, mm				
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	≥ 2 MPa				
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542 dopo 50 cicli di gelo disgelo secondo, UNI EN 13687/1	≥2 MPa				
Resistenza alla carbonatazione, UNI EN 13295	Prova superata				
Porosità capillare, UNI EN 13057	≤ 0,30 kg x m-2 x h -0,5				
Resistenza alla permeazione dell'acqua in pressione diretta, UNI EN 12390/8	≤ mm				
Reazione al fuoco, UNI EN 1504-3 art 5.5	Classe A1				

Le prestazioni relative a - °C sono ottenute avendo portato il prodotto e l'acqua d' impasto a + 15°C.

1.6.16.2 Ancoraggi con materiali a base di resina

Gli ancoraggi realizzati con materiali a base epossidica quando sono in gioco sollecitazioni e tensioni di aderenza elevate.

Tali formulati garantiscono prestazioni meccaniche elevatissime nettamente superiori ai materiali cementizi. Utilizzando materiali a base resina è opportuno ricordare che tali formulati soffrono l'umidità del supporto

Esiste inoltre la Linea guida europea ETAG per l'ottenimento del benestare tecnico europeo per gli ancoranti metallici nel calcestruzzo utilizzabili anche in caso di carichi sismici la cui parte 5 è specifica per gli ancoranti chimici.

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni sotto indicate.

1.6.16.2.1 Inghisaggi chimici con resina epossidica in cartuccia

Si utilizza un adesivo in cartuccia, tixotropico, bicomponente, a base di resina epossidica pura, privo di ritiro. Tale prodotto dovrà essere conforme alle linee guida ETAG 001-5 e TR023 e fornire, a titolo non esaustivo, le seguenti prestazioni:

Calcestruzzo	Tipologia barra	Diametro	Carico ultimo medio a trazione	Carico ultimo medio a taglio	Carico consigliato a trazione	Carico consigliato a taglio
			N_{Rum} [kN]	V_{Rum} [kN]	N_{rec} [kN]	V_{rec} [kN]
C20/25	≥ 8.8	M8	29,20	17,6	8,14	8,4
C20/25	≥ 8.8	M10	44,05	27,8	11,96	13,3
C20/25	≥ 8.8	M12	61,91	40,5	20,05	19,3
C20/25	≥ 8.8	M16	95,27	75,4	31,49	35,9
C20/25	≥ 8.8	M20	144,07	117,6	47,51	56,0
C20/25	≥ 8.8	M24	197,81	169,4	62,10	80,7

1.6.17 INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN MURATURA

È fondamentale definire gli obiettivi da perseguire negli interventi di ripristino e/o rinforzo tenendo conto delle peculiarità di ogni costruzione in muratura. Risulta indispensabile utilizzare prodotti specifici per il ripristino e il rinforzo delle murature che siano compatibili con le tecniche ed i materiali originari.

Un approccio corretto è articolato nelle seguenti fasi:

- Ricerca storica che indaghi anche su le differenti fasi di progettazione e realizzazione compresi eventuali successivi interventi di ripristino/rinforzo.
- Rilievo dei dissesti statici.
- Rilievo ed entità dei degradi dei materiali.

- Tecniche d'intervento.
- Scelta prestazionale dei materiali.

1.6.17.1 Ancoraggi con materiali a base di resina

I requisiti ed i limiti prestazionali che debbono caratterizzare i materiali da utilizzare sono da correlare con il tipo d'intervento da realizzare; è possibile comunque evidenziare i requisiti assolutamente necessari:

- impermeabilità all'acqua;
- limitata capillarità;
- porosità elevata;
- elevata permeabilità al vapore;
- basso contenuto di sali;
- prestazioni meccaniche (resistenze e moduli elastici diversificate in relazione al tipo d'intervento ma congruenti con la muratura;
- adesione;
- tempi di presa ed indurimento in linea con le modalità esecutive;
- compatibilità con i materiali originari o utilizzati in precedenti interventi;
- innocuità del materiale utilizzato al fine di non innescare nuovi meccanismi di degrado alle murature;
- resistenza ai cicli di gelo disgelo.

Una importante normativa di riferimento è la UNI EN 998 parte 1 e parte 2.

1.6.17.2 Interventi

1.6.17.2.1 Ristillatura di giunti di malta

La malta che costituisce i giunti tra conci di muratura può deteriorarsi sia per cause chimiche che fisiche. L'intervento di risarcimento-stilatura è volto a preservare le cortine murarie e a restituire la continuità alla tessitura murari

impedendo l'evolversi di fenomeni di degrado che potrebbero determinare il decadimento delle caratteristiche meccaniche.

L'intervento consiste nell'integrazione delle porzioni di malta mancanti e/o nella sostituzione delle parti deteriorate non più coerenti.

a) Opera muraria realizzata con malta a base di calce idraulica

Se l'opera muraria è stata realizzata con malta a base di calce idraulica naturale, per eseguire l'intervento di risarcimento-stilatura si dovrà utilizzare una malta da muratura, premiscelata, tixotropica, a base di calce idraulica naturale, applicabile manualmente, caratterizzata da elevata permeabilità al vapore, ottima adesione alla muratura, resistenze meccaniche compatibili con quelle della malta preesistente, basso assorbimento capillare, buona stabilità dimensionale e che non rilasci sali.

Tale malta dovrà avere la marcatura CE ed essere classificata, secondo la norma EN 998-2, di classe non inferiore a M5 (ai sensi del §11.10.2 del DM 17/01/18) come "Malta da muratura a composizione prescritta per scopi generali per l'utilizzo esterno in elementi soggetti a requisiti strutturali", e fornire, a titolo non esaustivo, le seguenti prestazioni:

Tempo di lavorabilità	60 Minuti
Permeabilità al vapore, EN 1745 (valore tabulato)	μ 15 ÷ 35
Assorbimento capillare, UNI EN 1015-	≤ , Kg (m x min ⁰·⁵)
Adesione al supporto, UNI EN 1015-	≥ , MPa
Coefficiente di conducibilità termica, EN 1745 (valore tabulato)	λ = , W/mK
Reazione al fuoco, EN 13501-	Classe A1

b) Opera muraria realizzata con malta a base di cemento

Se l'opera muraria è stata realizzata con malta a base di cemento, per eseguire l'intervento di risarcimento- stilatura si dovrà utilizzare una malta da muratura, premiscelata, tixotropica, a base di cemento, applicabile manualmente, ottima adesione alla muratura, resistenze meccaniche compatibili con quelle della malta preesistente, basso assorbimento capillare e buona stabilità dimensionale.

Tale malta dovrà avere la marcatura CE ed essere classificata, secondo la norma la norma EN 998-1 come GP "Malta per scopi generali per intonaci interni esterni" di categoria CS IV e secondo la norma EN -2 come G "Malta da muratura a composizione prescritta per scopi generali per l'utilizzo esterno in elementi soggetti a requisiti strutturali" di classe M Dovrà fornire le seguenti prestazioni:

Tempo di lavorabilità	45 Minuti

Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-	≤ %
Permeabilità al vapore, UNI EN 1015-	μ ≤
Assorbimento capillare, UNI EN 1015-	≤ , Kg (m x min ⁰·)
Adesione al supporto, UNI EN 1015-	≥ , MPa
Coefficiente di conducibilità termica, EN 1745 (valore tabulato)	λ = , W/mK
Resistenza a compressione, UNI EN 1015-	giorno ≥ MPa giorni ≥ MPa
Resistenza a flessione, UNI EN 1015-	giorno ≥ MPa giorni ≥ MPa
Modulo elastico, UNI EN 13412	11.000 ÷ 13.000 MPa
Reazione al fuoco, EN 13501-	Classe A1

In entrambi i casi di cui sopra, le fasi applicative, possono essere così riassunte, e comunque devono rispettare quanto previsto dalla scheda tecnica del prodotto prescelto:

1- Preparazione del supporto

La malta poco resistente o addirittura in fase di distacco deve essere asportata mediante scalpellatura leggera. Si dovranno eliminare mediante spazzola metallica eventuali efflorescenze, muffe e qualsiasi sostanza che possa ridurre l'aderenza

2- Pulizia e lavaggio della muratura

Si devono eliminare la polvere ed i residui della scalpellatura e della spazzolatura mediante aria compressa. Prima della posa in opera della malta con cui si eseguirà il risarcimento-stilatura è necessario bagnare il supporto per evitare che sottragga acqua con conseguente riduzione di aderenza. Al momento dell'applicazione la superficie della muratura deve risultare satura ma senza velo

d'acqua in superficie Qualora la malta originaria è a base di calce idraulica, se sul supporto sono presenti efflorescenze si devono effettuare ripetuti lavaggi con acqua a bassa pressione per favorire la migrazione dei sali verso l'esterno e per consentire la loro eliminazione mediante spazzolatura.

3- Miscelazione

La miscelazione non si deve iniziare se la temperatura ambientale non garantisce che l'applicazione avvenga ad una temperatura compresa tra +5 e + 35°C. Dovrà eseguirsi rispettando le indicazioni riportate sulle schede tecniche del prodotto utilizzato.

4- Applicazione

Si applicherà, mediante una cazzuola a punta tonda, un quantitativo di malta leggermente in eccesso rispetto alla capienza delle fughe, esercitando una leggera pressione con la punta tonda della cazzuola per costipare la malta e, dopo che la malta ha acquisito un po' di consistenza, si dovrà eseguire l'asportazione della malta in eccesso e la finitura superficiale lisciando o "segnandola" leggermente con una spazzola di saggina.

5- Stagionatura

Le superfici esposte a forte insolazione, ventilazione e bassa umidità relativa dovranno essere stagionate mediante stagionatura umida. In caso di pioggia le superfici su cui si è appena intervenuti dovranno essere protette.

1.6.17.3 Iniezioni di massa

La tecnica delle iniezioni a bassa pressione consiste nell'immettere all'interno della muratura una boiacca fluida allo scopo di consolidare fondazioni, paramenti murari, volte, archi ecc. ripristinandone le originali caratteristiche meccaniche. La boiacca consente di rigenerare le vecchie malte, di rafforzare i legami tra la malta e gli elementi lapidei, di riempire eventuali micro e macro vuoti e di saldare lesioni.

L'esecuzione di iniezioni di massa sono particolarmente efficaci nel caso di murature a sacco Nel caso di muratura piena ad unico paramento l'intervento è meno efficace Una boiacca da iniezione eseguita su una muratura ad unico paramento ha un assorbimento variabile ma molto vicino all' % rispetto al volume dell'intera

struttura mentre, se fosse a sacco e quindi a più paramenti, l'assorbimento rispetto al volume sarebbe attorno al 20%.

a) Opera muraria realizzata con malta a base di calce idraulica

Si utilizzerà una boiacca premiscelata da iniezione a base di calce idraulica naturale di resistenza meccanica compatibile con quella della malta preesistente, ad elevata fluidità, elevato mantenimento della lavorabilità, priva di bleeding, elevata permeabilità al vapore e a basso rilascio di sali solubili.

La boiacca deve avere la marcatura CE secondo la norma EN 998-2, , e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding 8998	Assente
Tempo di lavorabilità	≥ Minuti
Fluidità della boiacca - Cono di Marsh (UNI EN 445 punto 3.2.2)	Iniziale ≤ secondi dopo ' ≤ secondi dopo ' ≤ secondi
Permeabilità al vapore, UNI EN 1745	μ ≤
Coefficiente di conducibilità termica, EN 1745	λ = , W/mK
Contenuto Sali idrosolubili	< , %
Temperatura d'idratazione, camera adiabatica	≤ °C
Adesione al supporto per taglio, UNI EN 998-	≥ ,
Reazione al fuoco, EN 13501-	Classe A1

b) Opera muraria realizzata con malta a base di cemento

Si utilizzerà una boiacca cementizia realizzata utilizzando come legante uno speciale legante espansivo, con una consistenza compatibile con l'assorbimento della muratura

Le prestazioni e le caratteristiche del legante, a titolo non esaustivo, sono di seguito riportate:

Bleeding, UNI 8998	Assente
Resistenza a compressione, UNI EN 12190	giorno ≥ MPa giorni ≥ MPa

Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/1	giorno ≥ MPa giorni ≥ MPa
Espansione contrastata con stagionatura in acqua ad 1 giorno, UNI 8147	≥ , %
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	≥ , MPa

In entrambi i casi, le fasi applicative possono essere così riassunte: 1- Preparazione del supporto

É necessario:

- asportare tutte le parti d'intonaco che risultano distaccate;
- eseguire la stilatura di tutti i giunti la cui malta risulti poco consistente o friabile;
- sigillare tutte le fessure per evitare la fuoriuscita della boiacca d'iniezione.

2- Realizzazione dei fori

Dovranno essere realizzati, leggermente inclinati verso il basso, fori di diametro di 2-4 cm mediante strumento a sola rotazione . La lunghezza sarà pari a circa i 2/3 dello spessore della muratura se l'iniezione verrà eseguita da un solo lato, pari a circa la metà dello spessore se invece l'iniezione avverrà da entrambi i lati della muratura.

I fori dovranno essere realizzati a vertici sfalsati con maglia a triangolo equilatero. la distanza tra i fori dovrà essere determinata con delle prove d'iniezione preliminari che consentano di determinare la penetrazione della boiacca nella specifica muratura. Tale capacità di penetrazione si determina praticando un foro da cui sarà iniettata la boiacca e una serie di fori a distanza crescente. Quando la boiacca fuoriesce dal foro più vicino a quello di iniezione si provvede a chiuderlo e si continua così in progressione. Si assume come lato della maglia a triangolo equilatero, secondo cui si disporranno i fori, la distanza tra il foro da cui è fuoriuscita la boiacca che risulta più distante dal foro d'iniezione Si fisseranno in perfetta aderenza con i fori d'iniezione tubicini in plastica In pratica si dovrà garantire la l'effettiva sovrapposizione delle aree iniettate.

3- Pulizia e lavaggio della muratura

ore prima di iniettare la boiacca d'iniezione è necessario, quando non esistano specifiche controindicazioni, lavare la muratura iniettando dai fori acqua a bassissima pressione per consentire la fuoriuscita di piccole parti incoerenti e della polvere e per consentire la saturazione in modo che la muratura non sottragga acqua alla boiacca e ne limiti così la penetrazione e l'aderenza.

4- Miscelazione

La miscelazione non si deve iniziare se la temperatura ambientale non garantisce che l'applicazione avvenga ad una temperatura compresa tra +5 e + 35°C. Dovrà eseguirsi rispettando le indicazioni riportate sulle schede tecniche del prodotto utilizzato.

5- Applicazione

La boiacca deve essere iniettata con pressione compatibile con la tipologia muratura, per non provocare dissesti nella muratura, utilizzando pompe meccaniche o manuali predisposte per le iniezioni L'iniezione si esegue attraverso i tubicini precedentemente fissati partendo dalla fila inferiore, quando la boiacca fuoriesce dal foro immediatamente superiore si provvede a chiudere il tubicino più basso, si procede con questa sequenza fino alla fuoriuscita della boiacca dall'ultimo foro della fila più in alto

1.6.17.4 Iniezioni armate

Le iniezioni armate consentono di realizzare per esempio rinforzi delle murature d'angolo, ricongiungimenti di parti lesionate, ammorsamenti di muri ortogonali e connettori per ringrossi di sezioni. Le iniezioni armate sono in pratica delle cuciture realizzate inghisando, all'interno di fori generalmente inclinati di 45° praticati

nella muratura, armature metalliche. Il numero dei fori, la distanza tra di loro, il diametro e la lunghezza sono definite nel documento progettuale.

Il materiale d'iniezione dovrà essere:

a) nel caso di cucitura di lesioni particolarmente profonde (si prefigura un intimo contatto tra la boiacca d'iniezione e la muratura una boiacca di calce idraulica naturale marcata CE secondo la norma EN 998-2, essere classificata malta di tipo M15, e fornire le seguenti prestazioni:

Bleeding 8998	Assente
Tempo di lavorabilità	≥ Minuti
Fluidità della boiacca - Cono di Marsh (UNI EN 445 punto	Iniziale ≤ secondi dopo ' ≤ secondi dopo ' ≤ secondi
Resistenza a compressione, UNI EN 1015- (classe M15 – EN -	giorni ≥ MPa
Permeabilità al vapore, UNI EN 1745	μ ≤
Coefficiente di conducibilità termica, EN 1745	λ = , W/mK
Contenuto Sali idrosolubili	< , %
Temperatura d'idratazione, camera adiabatica	≤ °C
Adesione al supporto per taglio, UNI EN 998-	≥ ,
Reazione al fuoco, EN 13501-	Classe A1

b) nel caso di fori eseguiti in murature non fessurate o quando i volumi d'iniezione sono limitati praticamente al volume del foro il materiale d'iniezione dovrà essere una boiacca realizzata con uno speciale legante espansivo, ad elevata fluidità che garantisca le seguenti prestazioni seguenti prestazioni:

Bleeding, UNI 8998	Assente
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-	≤ %
Resistenza a compressione, UNI EN 12190	giorno ≥ MPa giorni ≥ MPa giorni ≥ MPa
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/1	giorno ≥ MPa giorni ≥ MPa
Espansione contrastata con stagionatura in acqua ad 1 giorno, UNI 8147	≥ , %

c) nel caso di iniezioni sopra-testa e per volumi pari al solo volume del foro il materiale d'inghisaggio dovrà essere un adesivo in cartuccia, tixotropico, bicomponente, a base di resina epossidica pura, privo di ritiro, conforme alle linee guida ETAG 001-5 e TR023.

Le fasi applicative possono essere così riassunte: 1- Preparazione del supporto

E' necessario:

- eseguire la stilatura di tutti i giunti la cui malta risulti poco consistente o friabile,
- sigillare tutte le fessure per evitare la fuoriuscita della boiacca d'iniezione 2- Realizzazione dei fori

Dovranno essere realizzati mediante strumento a sola rotazione, generalmente inclinati di circa 45°.Il numero dei fori, la distanza tra di loro, il diametro e la lunghezza sono definite nel documento progettuale.

3- Pulizia dei fori

Si dovranno asportare utilizzando aria in pressione tutti i residui generatisi nella fase di esecuzione del foro. Nel caso di utilizzo di boiacca come prescritto al punto a e b il foro dovrà anche essere preventivamente inumidito e l'acqua in eccesso eliminata mediante aria compressa. Nel caso c) (utilizzo di resine) la superficie del foro deve essere asciutta prima dell'applicazione del prodotto

4- Miscelazione

La miscelazione non si deve iniziare se la temperatura ambientale non garantisce che l'applicazione avvenga ad una temperatura compresa tra +5 e + 35°C. Dovrà eseguirsi rispettando le indicazioni riportate sulle schede tecniche del prodotto utilizzato.

5- Applicazione

Il materiale d'iniezione dovrà essere iniettato a bassa pressione nel caso di cuciture di lesioni, oppure colato o estruso (resina in cartuccia entro il foro Terminata l'iniezione si inserisce la barra di armatura Infine si esegue la finitura superficiale.

1.6.17.5 Scuci e cuci

L'intervento di scuci e cuci consiste nella ricostituzione della muratura degradata, dissestata o mancante effettuando la sostituzione della vecchia muratura con la nuova operando per zone limitate e procedendo dall'alto verso il basso e per zone alternate

Le malte da utilizzare dovranno essere compatibili con quelle struttura muraria esistente; le tipologie e le prestazioni delle stesse sono le medesime di quelle prescritte per gli interventi di ristilatura dei giunti di malta.

Le fasi applicative possono essere così riassunte: 1- Demolizione della vecchia muratura

Dovrà eseguirsi utilizzando mezzi manuali in modo da non danneggiare le zone di muratura limitrofe. Si procederà per zone limitate, procedendo dall'alto verso il basso e per zone alternate in modo da non indebolire l'intera muratura

2- Pulizia e saturazione delle superfici

Le superfici che verranno a contatto con la nuova muratura dovranno essere pulite con aria compressa e successivamente saturate di acqua.

Al momento dell'applicazione la superficie della muratura deve risultare satura ma senza velo d'acqua in superficie.

3- Miscelazione

La miscelazione non si deve iniziare se la temperatura ambientale non garantisce che l'applicazione avvenga ad una temperatura compresa tra +5 e + 35°C. Dovrà eseguirsi rispettando le indicazioni riportate sulle schede tecniche del prodotto utilizzato.

4- Applicazione

La malta di allettamento e di collegamento dei conci dovrà essere applicata per uno spessore tale da ricostruire correttamente l'allineamento dei conci con la muratura esistente di circa -2 cm in finzione al tipo di muratura. Dopo che la malta avrà acquisito un po' di consistenza, si dovrà eseguire l'asportazione della malta in eccesso e la finitura superficiale lisciando o "segnandola" leggermente con una spazzola di saggina.

5- Stagionatura

Le superfici esposte a forte insolazione, ventilazione e bassa umidità relativa dovranno essere stagionate mediante stagionatura umida. In caso di pioggia le superfici su cui si è appena intervenuti dovranno essere protette.

1.6.17.6 Lastra armata

Il consolidamento effettuato realizzando lastre armate consente d'intervenire con efficacia nei casi di elementi in muratura che presentino fenomeni di schiacciamento e o un diffuso stato fessurativo L'intervento può prevedere la realizzazione della lastra armata su una sola faccia o su entrambe le facce del paramento murario.

Nel caso d'intervento su entrambe le facce le lastre sono collegate mediante opportune iniezioni armate

d) Il consolidamento di una muratura storica costruita con malta di calce realizzato utilizzando la tecnica della lastra armata dovrà essere eseguito utilizzando una malta premiscelata a base di calce idraulica naturale, ad alta resistenza (classe M15), traspirante. Applicabile a mano o meccanicamente a spruzzo.

Tale malta dovrà avere la marcatura CE ed essere classificata, secondo la norma la norma EN 998-1 come GP "Malta per scopi generali per intonaci interni esterni" di categoria CS IV e secondo la norma EN 998-2 come G "Malta da muratura a composizione prescritta per scopi generali per l'utilizzo esterno in elementi soggetti a requisiti strutturali" di classe M Dovrà fornire le seguenti prestazioni:

Tempo di lavorabilità	30 minuti
Permeabilità al vapore, UNI EN 1015-	μ ≤
Assorbimento capillare, UNI EN 1015-	≤ , Kg (m x min ·)
Adesione al supporto, UNI EN 1015-	≥ , MPa
Coefficiente di conducibilità termica, EN 1745 (valore tabulato)	λ = , W/mK
Resistenza a compressione, UNI EN -	giorni ≥ MPa giorni ≥ MPa
Resistenza a flessione, UNI EN 1015-	giorni ≥ , MPa giorni ≥ MPa
Reazione al fuoco, EN 13501-	Classe A1

La malta dovrà essere armata secondo le indicazioni progettuali con armatura zincata per evitare fenomeni di ossidazione in quanto le malte di calce non sono in grado di passivare le armature.

e) Il consolidamento di una muratura che non deve rispettare "vincoli" storici realizzato utilizzando la tecnica della lastra armata dovrà essere eseguito utilizzando una malta cementizia, tixotropica, premiscelata, polimero modificata, monocomponente, ad alta resistenza (classe Md con d > 20), contenente fibre in poliacrilonitrile.

Tale malta dovrà avere la marcatura CE ed essere classificata, secondo la norma la norma EN 998-1 come GP "Malta per scopi generali per intonaci interni esterni" di categoria CS IV e secondo la norma EN -2 come G "Malta da muratura a composizione prescritta per scopi generali per l'utilizzo esterno in elementi soggetti a requisiti strutturali" Dovrà fornire le seguenti prestazioni:

Tempo di lavorabilità	45 Minuti
Contenuto di ione cloruro, UNI EN 1015-	≤ %
Assorbimento capillare, UNI EN 1015-	≤ , Kg (m x min ⁰·)
Adesione al supporto, UNI EN 1015-	≥ , MPa
Coefficiente di conducibilità termica, EN 1745 (valore tabulato)	λ = , W/mK
Resistenza a compressione, UNI EN 1015- (a 1-7- 28 gg)	In funzione della classe di resistenza della malta adottata
Resistenza a flessione, UNI EN 1015- (a 1-7-28 gg)	In funzione della classe di resistenza della malta adottata
Modulo elastico, UNI EN 13412	In funzione della classe di resistenza della malta adottata
Reazione al fuoco, EN 13501-	Classe A1

In entrambi i casi a) e b), le fasi applicative possono essere così riassunte: 1- Preparazione del supporto

Si dovrà asportare tutto l'eventuale intonaco e sostituire la malta di allettamento dei corsi di muratura che si presenta friabile e poco consistente.

2- Pulizia e saturazione delle superfici

Si dovranno eliminare meccanicamente eventuali efflorescenze, muffe ecc. La superficie dovrà essere depolverata mediante aria compressa. Infine si dovrà eseguire il lavaggio della superficie utilizzando acqua a bassa pressione.

3- Inserimento di armature di rinforzo

Le armature dovranno essere distanziate dal supporto di almeno 1 cm per permettere il passaggio della malta dietro l'armatura ed avere uno spessore di copriferro di almeno cm. Nel caso si utilizzino reti elettrosaldate queste dovranno essere collegate alla muratura mediante dei connettori.

4- Miscelazione

La miscelazione non si dovrà iniziare se la temperatura ambientale non garantisce che l'applicazione avvenga ad una temperatura compresa tra +5 e + 35°C. Dovrà eseguirsi rispettando le indicazioni riportate sulle schede tecniche del prodotto utilizzato.

5- Applicazione

L'applicazione manuale si esegue, utilizzando una normale cazzuola, "proiettando" il prodotto con energia, senza mai spalmarlo sul supporto. È sempre consigliato eseguire un primo rinzaffo di 5-10 mm ed applicare il secondo strato al primo indurimento della malta L'applicazione a spruzzo si realizzerà utilizzando macchine a pistone o coclea, non devono essere utilizzate macchine a ciclo continuo.

6- Lisciatura e frattazzatura

Poco dopo aver terminato la fase di applicazione la malta deve essere resa planare con una staggia di alluminio e successivamente lisciata con un frattazzo di plastica. Appena ha iniziato ad assumere una consistenza "gommosa", tale che si lasci sulla superficie una impronta con un dito, si deve procedere alla frattazzatura della superficie utilizzando un frattazzo di spugna. Questa operazione consente di prevenire la formazione di cavillature dovute alla prima evaporazione dell'acqua d'impasto

7- Stagionatura

Le superfici esposte a forte insolazione, ventilazione e bassa umidità relativa dovranno essere stagionate mediante stagionatura umida. In caso di pioggia le superfici su cui si è appena intervenuti dovranno essere protetti.

1.7 OPERE IN ACCIAIO

1.7.1 CLASSI DI ESECUZIONE

Ai sensi della norma UNI EN 1090-2 del 2011, che individua quattro classi di esecuzione identificate da EXC1 a EXC4 e i relativi requisiti, le opere da realizzare, salvo diverse indicazioni di ACEA, sono classificate come specificato nella tabella seguente:

CLASSE DI ESECUZIONE	OPERE DA REALIZZARE
Classe EXC4	Opere di grandi dimensioni
Classe EXC3	Fabbricati suscettibili di grande affollamento
Classe EXC2	Altre opere

definizione delle classi di esecuzione

1.7.2 REQUISITI E OBBLIGHI DELL'ESECUTORE

1.7.2.1 Requisiti

E' necessario che l'ESECUTORE sia iscritto all'Albo Nazionale dei Costruttori - categoria OS 18:

«Costruzione, assemblaggio e posa in opera di carpenteria metallica» e sia dotato di un'organizzazione interna che permetta una adeguata gestione di tutte le attività di costruzione e di saldatura in officina e/o in cantiere concorrenti alla realizzazione dell'opera

A tal fine l'ESECUTORE dovrà essere certificato in accordo alla UNI EN ISO 9001 e alla UNI EN ISO 3834 del 2006, in relazione alla classe di esecuzione di cui al punto precedente.

È inoltre richiesto che il livello di conoscenza tecnica del personale di Coordinamento della saldatura, secondo la norma UNI EN ISO 14731–2007 (ex UNI EN 719- , sia di tipo "completo" per le classi di esecuzione EXC ed EXC e di tipo "specifico" per la classe di esecuzione EXC fatto salvo che non ricorrano le condizioni riportate al prospetto 14 della UNI EN 1090 (t > 50 mm) per le quali è richiesto anche per tale classe il tipo "completo"

1.7.2.2 Obblighi

L'ESECUTORE dovrà, nel più breve tempo possibile e prima dell'inizio delle attività di costruzione, presentare ad ACEA:

- i disegni d'officina in duplice copia (di cui una su supporto informatico);
- il computo metrico;
- le distinte dei vari elementi costituenti la struttura metallica(comprese le vernici), corredate delle copie degli ordini e delle relative conferme d'ordine da parte delle singole ferriere o stabilimenti produttori.

Le distinte dovranno riportare:

- l'indicazione della qualità del materiale;
- le dimensioni;
- il numero dei pezzi;
- il peso;
- il numero del disegno di progetto a cui si riferisce, nonché il numero di posizione e marca d'officina, risultante dai disegni costruttivi d'officina.

Resta, altresì, inteso che l'eventuale errata ordinazione dei materiali alle ferriere o stabilimenti produttori non esonera l'ESECUTORE dalle conseguenze derivanti.

Infine, le eventuali varianti relative alla qualità dei materiali, ai profili e ai particolari strutturali che l'ESECUTORE intendesse apportare rispetto alle indicazioni contenute

nei disegni approvati, dovranno essere preventivamente richieste e approvate da ACEA.

Fatto salvo quanto disposto al par. 4.2 della UNI EN 1090- in merito alla documentazione che l'ESECUTORE deve presentare, lo stesso dovrà inoltre provvedere alla stesura del Piano della Qualità e di un Piano di Controllo della Qualità La documentazione suddetta dovrà essere presentata per l'approvazione ad ACEA che si riservano la facoltà di modificarla qualora non conforme alle proprie prescrizioni. Per quanto attiene gli obblighi connessi alla presentazione della documentazione inerente le saldature, si rimanda ai paragrafi successivi.

Al fine di verificare la rispondenza dei materiali e delle successive lavorazioni alle specifiche e agli standard prefissati, l'ESECUTORE deve eseguire o far eseguire a proprie spese tutte le prove e i controlli di legge, quelli previsti dalle presenti prescrizioni, nonché quelli integrativi richiesti da ACEA in base a motivate esigenze tecniche, ovvero dal Collaudatore statico e/o dalla Commissione di Collaudo. Le prove sui materiali debbono essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale o Autorizzato di cui all'art del DPR n.380/2001 alla presenza del personale di ACEA.

L'ESECUTORE deve inoltre fornire la manodopera e le attrezzature necessarie per permettere al personale incaricato da ACEA di eseguire controlli relativi a tutte le lavorazioni in officina nonché predisporre le eventuali opere provvisionali e ponteggi necessari per effettuare i controlli di premontaggio dell'opera in officina e/o in cantiere.

Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni sono compresi e compensati dai prezzi contrattuali.

A tale scopo dovranno essere presentati gli schemi di taglio con l'indicazione grafica, in opportuna scala, delle strisce e delle piastre che verranno ricavate da ciascuna lamiera, il numero, le dimensioni dei pezzi e le relative marche di officina.

Le convocazioni per il controllo dei materiali grezzi approntati sia presso le ferriere che presso lo stabilimento dell'ESECUTORE dovranno essere trasmesse ad ACEA,

con un anticipo di almeno 15 (quindici) giorni, in modo che le stesse siano messe in grado di programmare gli interventi.

Per i controlli effettuati all'estero le spese di trasferta del personale incaricato (viaggio, soggiorno ecc saranno a carico dell'ESECUTORE il quale dovrà presenziare con il proprio personale.

Al termine dell'attività di controllo, sia sui materiali che sulle lavorazioni, l'ESECUTORE è tenuto a trasmettere ad ACEA un dossier contenente la certificazione prodotta.

1.7.3 QUALITA' DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

1.7.3.1 Profilati e lamiere

È consentito ricavare larghi-piatti, piastre, etc. di spessore superiore a 6 mm, solamente da lamiere da treno, restando quindi escluse quelle ottenute da nastri o rotoli.

1.7.3.1.1 Strutture in classe di esecuzione EXC2

Per le qualità dei materiali si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE e DOP (dichiarazione di prestazione secondo Regolamento EU n. .

I documenti di accompagnamento delle forniture dovranno fare riferimento al prospetto 1 della EN 1090-2 fatta eccezione per la bulloneria strutturale e per i perni, per i quali dovrà essere prodotta la certificazione 3.1 secondo UNI EN ISO 10204.

Per quanto riguarda le condizioni superficiali e le caratteristiche dimensionali, il materiale dovrà rispettare le limitazioni riportate nella tabella seguente:

CLASSE DI ESECUZIONE	EXC2
SPESSORE LAMIERE (UNI EN	Classe A

PLANARITA' LAMIERE (UNI EN 10029)	Classe N
FINITURA SUPERFICIALE LAMIERE (UNI EN 10163-	Classe A/2
FINITURA SUPERFICIALI PRODOTTI LUNGHI (UNI EN 10163-)	Classe C/1

1.7.3.1.2 Strutture in classe di esecuzione EXC3 e EXC4

Per la realizzazione delle strutture principali quali ad esempio travi principali, conci, montanti, traversi, controventi, coprigiunti, piastre e squadrette di nodo, ecc l'acciaio, recante marcatura CE e DOP (dichiarazione di prestazione secondo Regolamento EU n.), dovrà corrispondere alle seguenti qualità:

- S275 J0/ J2 UNI EN 10025 – 1 e 2
- S275 N/NL UNI EN 10025 – 1 e 3
- S355 J0/ J2/ K2 UNI EN 10025 – 1 e 2
- S355 N/NL UNI EN 10025 – 1 e 3
- S420 N/NL UNI EN 10025 – 1 e 3
- S460 N/NL UNI EN 10025 – 1 e 3
- S355 J0W/ J2W / K2W UNI EN 10025 – 1 e 5

L'impiego di acciaio di qualità S e S è ammesso se adeguatamente giustificato dal progettista e previo preventivo benestare da parte di ACEA.

Relativamente ai documenti di controllo che debbono accompagnare le forniture, si precisa che per la suddetta classe di esecuzione è richiesto in ogni caso un certificato di tipo 3.1 secondo EN 10204.

La scelta del grado di qualità, in assenza di dati più precisi, sarà operata secondo le indicazioni della seguente tabella nella quale per *Tm* si intende la Temperatura minima di servizio (°C) per la cui definizione si rimanda alle norme nazionali:

Temperatura cui eseguire le prove di resilienza Charpy V		
Spessore dell'acciaio (mm)	Elementi importanti che compongono la struttura e in ogni caso tutti gli elementi sollecitati a	Elementi secondari non sollecitati a fatica
s ≤ 25 <s ≤ s > 40	T = Tm T = Tm – 10° C T = Tm – 20° C	T = Tm + 20° C T = Tm + 10° C T = Tm

Tutti i materiali delle strutture principali destinati ad essere saldati devono essere, in ogni caso, almeno di grado J2 e/o K2 e di regola dovranno essere normalizzati.

La calmatura dovrà di regola essere effettuata all'alluminio Qualora sia effettuata con altri elementi (Nb, Ti, Va, etc in grado di fissare l'ossigeno, tali elementi dovranno essere indicati nel certificato di controllo.

Per tutti gli acciai sopra riportati, il valore del Ceq (Carbonio Equivalente) risultante dall'analisi chimica eseguita sul prodotto non dovrà essere maggiore di 0,02 rispetto al valore percentuale indicato per la colata nel certificato di controllo. Per gli altri elementi gli scostamenti ammessi sono quelli indicati nelle norme vigenti.

Sui certificati di controllo deve figurare il tenore degli elementi che figurano nella formula per il calcolo del valore equivalente di carbonio.

Sulle lamiere di spessore > 15 mm interessate da saldatura e quando esplicitamente richiesto da ACEA per un particolare progetto, si dovrà eseguire il controllo ultrasonoro con le modalità della classe S2 + E3 ai sensi della norma UNI EN 10160.

Sulle lamiere di spessore ≥ 25 mm destinate alla composizione di profili composti mediante saldatura con cordoni a parziale e/o a piena penetrazione (escluse quelle composte con saldatura testa a testa), e/o soggette a sforzi nel senso trasversale alla direzione di laminazione (es. giunti a croce), dovrà essere eseguito il controllo

della duttilità con prova di trazione perpendicolare alla superficie del prodotto secondo UNI EN 10164:2004, classe di qualità Z35.

Per elementi strutturali non destinati ad essere saldati valgono le indicazioni della norma UNI EN 10025 - 2 per l'acciaio S e S E' ammessa in questo caso la calmatura al Silicio

Per le strutture secondarie e quant'altro non facente parte della struttura principale è ammesso l'impiego di materiale S275 JR e 355 JR UNI EN 10025 – 1 e 2.

Per quanto riguarda le condizioni superficiali e le caratteristiche dimensionali, il materiale dovrà rispettare le limitazioni riportate nella tabella seguente:

CLASSE DI ESECUZIONE	EXC3	EXC4
SPESSORE LAMIERE (UNI EN 10029)	Classe B	Classe B
PLANARITA' LAMIERE (UNI EN 10029)	Classe N	Classe S
FINITURA SUPERFICIALE LAMIERE (UNI EN 10163-	Classe A/2	Classe B/3
FINITURA SUPERFICIALI PRODOTTI LUNGHI (UNI EN 10163-)	Classe C/1	Classe D/ 3

1.7.3.2 Chiodi

I chiodi da ribadire a caldo dovranno essere ricavati da tondi laminati di materiale S275 JR UNI EN 10025 provvisti di marcatura CE. Le dimensioni del prodotto finito devono corrispondere ai valori indicati nella UNI 136 (chiodi a testa tonda stretta) e nella UNI 139 (chiodi a testa svasata piana).

1.7.3.3 Bulloni

Per le prescrizioni sui bulloni delle giunzioni di opere in classe di esecuzione EXC2 e delle giunzioni di elementi secondari di opere in classe di esecuzione EXC3 e

EXC4 si rimanda a quanto indicato nel DM 17/01/2018. Per le restanti giunzioni, valgono le prescrizioni riportate di seguito.

I bulloni dovranno essere unicamente del tipo "ad alta resistenza" ai sensi delle seguenti norme:

- viti secondo EN 14399-
- dadi secondo EN 14399-
- rondelle (rosette) secondo EN 14399-
- piastrine secondo UNI 5715 -

La classe del bullone sarà selezionata in funzione del tipo di giunto da realizzare, ed in particolare:

per giunti con bulloni a taglio:

- Viti di classe 8.8 UNI EN ISO 898 -
- Viti di classe 10.9 UNI EN ISO 898 –
- Dadi di classe 8 UNI EN ISO 898 –
- Dadi di classe 10 UNI EN ISO 898 –

per giunti con bulloni ad attrito:

- Viti di classe 10.9 UNI EN ISO 898 -
- Dadi di classe 10 UNI EN ISO 898 –

Nel caso vengano utilizzati per i giunti a taglio bulloni della classe 10.9 gli stessi dovranno essere dimensionati come appartenenti alla classe 8.8.

Le tolleranze sulle dimensioni dei bulloni non dovranno essere superiori a quelle previste per la bulloneria di grado A UNI EN ISO parte (h , ovvero h se richiesto espressamente all'ordine, per diametro di gambo libero).

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche e meccaniche, si rimanda alle norme EN 14399-4 e 6, EN

-1 e 2, EN ISO 898-1 e 2.

In entrambe le tipologie di giunzione, rondelle e piastrine saranno in acciaio temprato e rinvenuto di durezza 300 – 370 HV.

Non è ammesso l'impiego di bulloni zincati nelle opere in classe di esecuzione EXC3 e EXC4.

Presentazione ed imballaggio

Viti, dadi e rondelle dovranno essere opportunamente contrassegnati come di seguito indicato:

- Indicazione del PRODUTTORE (marchio);
- Classe di resistenza;
- Sistema di assieme (HR e HV);
- Codice alfanumerico di identificazione che dovrà garantire la rintracciabilità del prodotto sulla base delle registrazioni di produzione e controllo.

Il contrassegno potrà essere eseguito per le viti sulla testa all'atto della ricalcatura, mentre per i dadi e le rondelle deve essere inciso su una delle facce di appoggio.

Tutta la bulloneria deve essere fornita in robusti contenitori di legno o metallo (sono da escludere contenitori di cartone) sigillati nelle modalità indicate dalla norma EN 14399-1 e protetti fino al loro impiego per non alterare le condizioni di lubrificazione che potrebbero modificare il valore del coefficiente K.

Su ogni contenitore deve essere apposto un cartellino sul quale dovranno essere riportati:

- Marcatura CE;
- Numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- La denominazione del fornitore;
- Normativa di riferimento;
- La classe di resistenza;
- Il sistema di assieme;
- K-class nonchè il valore in Nm della coppia di serraggio ovvero coppia +

rotazione;

- Il numero distintivo del lotto di appartenenza;
- Il numero dei pezzi contenuti e le loro dimensioni;
- Gli estremi dell'ordinazione

Nell'ambito della stessa opera i valori di K (K o K dovranno essere tali che la coppia o la coppia più rotazione sia la stessa per ciascun diametro. Questo per evidenti necessità di montaggio e manutenzione.

Prima del ciclo di verniciatura le parti esterne dei bulloni dovranno essere spazzolati e sgrassati con opportuni solventi compatibili con il tipo di acciaio utilizzato e con il tipo di pittura che dovrà impiegarsi.

1.7.3.4 Connettori

Dovranno utilizzarsi solamente prodotti provvisti di marcatura CE e delle tipologie di seguito descritte.

Connettori a piolo

L'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dei connettori e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale al quale verranno collegati; esso dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche risultanti sul prodotto secondo EN ISO 13918 – UNI EN 10025 qualità S235 J2 G3 + C 450 o similari (ST 37 – 3K DIN 50049):

- fu/fy ≥ ,
- fy ≥ 350 N/mm
- fu ≥ 450 N/mm
  - Allungamento: ≥ %
  - Strizione: ≥ %
  - Composizione chimica C≤ , Mn ≤ , S ≤ , P ≤

Connettori realizzati da profili, lamiere ecc.

L'Acciaio deve essere equivalente a quello impiegato per la realizzazione dell'elemento strutturale a cui i connettori stessi sono saldati.

1.7.4 PROVE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Su tutti i materiali da impiegare l'ESECUTORE dovrà effettuare, a sua cura e spesa, presso Laboratori Ufficiali o autorizzati, di cui all'art del DPR , le prove di seguito specificate. Le prove saranno eseguite alla presenza di un rappresentante di ACEA.

1.7.4.1 Profilati e lamiere

Saranno effettuate prove meccaniche e chimiche su tre campioni per unità di controllo secondo lo schema seguente:

CLASSE DI ESECUZIONE	UNITA' DI CONTROLLO
EXC2	Ogni 90 tonnellate o frazione
EXC3	Ogni 60 tonnellate o frazione per le altre opere
EXC4	Ogni 40 tonnellate o frazione

Ai fini della definizione dell'unità di controllo si precisa quanto segue:

- per appartenere alla stessa unità di controllo il materiale deve essere della stessa colata e aver subito lo stesso ciclo di lavorazione e lo stesso trattamento termico.
- Ogni unità di controllo può raggruppare solamente materiali aventi spessore che non differiscano fra loro più di 4 mm (per profilati a C, a T e a doppio T si fa riferimento allo spessore delle ali).

Se il numero degli elementi (travi, profili, lamiere ecc.) è minore o uguale a tre unità, si potrà prelevare un solo campione.

Nel caso di lamiere ricavate dalla stessa unità laminata, è consentito il prelievo di un unico campione anche se il numero degli elementi è maggiore di tre.

Su ciascun campione verranno ricavati i seguenti provini:

- n. 1 provino per la prova di trazione;

- n. 3 provini per la prova di resilienza;
- n. 3 provini per la strizione (ove specificato).

Inoltre su uno solo dei tre campioni prelevati verrà eseguita l'analisi chimica.

Su tutti i materiali impiegati dovrà inoltre eseguirsi il controllo delle condizioni superficiali e delle caratteristiche dimensionali nel rispetto delle UNI EN di riferimento, verificando altresì per ciascuna classe di esecuzione le caratteristiche di fornitura indicate nelle tabelle. Tale controllo, da effettuare anch'esso alla presenza di un rappresentante di ACEA, può essere eseguito, oltre che presso l'officina dell'ESECUTORE, anche presso il PRODUTTORE, sempre ché siano disponibili aree e mezzi adeguati.

1.7.4.2 Chiodi

Limitatamente alle opere appartenenti alla classe di esecuzione EXC3 e EXC4 si dovranno eseguire, per ciascuna colata, le prove di seguito specificate su una serie di campioni prelevati dal lotto di chiodi approvvigionati.

Esame	Metodo di prova	Criterio di accettabilità
Controllo visivo e dimensionale	Visivo e strumentale	UNI 136 e UNI 139
Controllo superficiale mediante decapaggio	Immersione in acido (par.6.4.1 UNI -	Assenza di cricche dopo asportazione con lima
Prova di trazione	UNI EN 10025	UNI EN 10025
Prova di schiacciamento	(par. 6.2.2 UNI 7356-	Nessuna cricca o lesione
Composizione chimica	Quantometrica	UNI EN 10025

Programma delle prove, modalità di esecuzione e criteri di accettabilità dei chiodi stampati

Il controllo visivo e dimensionale dovrà essere eseguito su almeno il 5% dei chiodi approvvigionati.

Qualora la lunghezza dei chiodi non consenta di ricavare i provini per la prova di trazione dovranno eseguirsi in alternativa prove di durezza per una stima della resistenza.

Per lotti di chiodi della stessa colata, di quantità inferiori a 100 pezzi, e per le opere in classe di esecuzione EXC2, ACEA si riserva la facoltà di accettare il certificato 3.1 secondo UNI EN 10204, richiedendo a propria discrezione prove di durezza integrative.

1.7.4.3 Bulloni

Per le opere appartenenti alle classi di esecuzione EXC3 e EXC4 si dovranno eseguire, per ciascuna colata, le prove di seguito specificate su due serie di campioni prelevati dal lotto di bulloni approvvigionati.

Per i lotti di bulloni, della stessa colata, di quantità inferiori a 100 pezzi, ACEA si riserva la facoltà di accettare il certificato 3.1 secondo EN 10204, richiedendo a propria discrezione solamente prove di durezza.

Per le prove sui bulloni destinati a opere appartenenti alla classe di esecuzione EXC2 si farà riferimento a quanto prescritto dalla normativa tecnica nazionale vigente, fermo restando l'obbligo della certificazione ai sensi della citata norma.

Le prove, da eseguirsi ai sensi delle norme UNI richiamate, sono le seguenti:

Viti:

- prova di trazione su provetta (quando la lunghezza lo consente)
- prova di trazione su appoggio a cuneo
- prova di durezza
- prova di tenacità della testa
- prova di resilienza
- controllo della decarburazione
- prova di secondo rinvenimento
- analisi chimica
- controllo dimensionale ed esterno
- controllo coefficiente k

Dadi:

- prova di durezza
- carico di prova
- analisi chimica.
- esame dei difetti superficiali

Rondelle:

- prova di durezza

Qualora l'esito dei controlli non fosse positivo, i contenitori dei bulloni scartati dovranno essere opportunamente contrassegnati e tenuti a disposizione di ACEA fino al termine dei lavori, salvo autorizzazione in contrario, da richiedere specificatamente per iscritto.

Le unità di prodotto trovate difettose al montaggio, o nei successivi controlli, benché facenti parte di un lotto accettato, dovranno essere completamente sostituite.

1.7.4.4 Chiavarde

Il controllo visivo e dimensionale dovrà essere eseguito su almeno il 5% delle chiavarde approvvigionate e dovrà accertare il rispetto delle dimensioni indicate nel disegno ACEA n° 3313 del 2011.

1.7.4.5 Connettori

Per ciascuna colata dovranno eseguirsi, su campioni prelevati dal lotto di connettori approvvigionati, tre prove di trazione e un'analisi chimica facendo riferimento ai valori e alle norme riportate.

1.7.5 LAVORAZIONI D'OFFICINA E PRESCRIZIONI

1.7.5.1 Generalità

Gli elementi della struttura debbono essere prodotti rispettando le indicazioni progettuali e le tolleranze nel seguito indicate.

Le attrezzature impiegate nel processo di produzione debbono essere mantenute efficienti e operative al fine di garantire che l'usura e il danneggiamento non pregiudichi la qualità del processo di produzione.

1.7.5.2 Tagli

Per il taglio degli elementi potranno essere impiegati i seguenti procedimenti:

- fiamma ossiacetilenica,
- plasma,
- laser,
- dispositivo meccanico (sega, cesoia, etc…

Per le strutture in classe di esecuzione EXC e EXC è vietato l'uso della cesoia

Gli elementi principali (es. piattabande, anime, coprigiunti ecc.) dovranno essere ricavati in maniera tale che il senso di laminazione delle lamiere coincida con il senso dello sforzo predominante nei pezzi stessi.

La superficie dei tagli dovrà essere convenientemente rifinita mediante molatura in modo da eliminare difetti locali, sbavature e irregolarità. Si rimanda in proposito a quanto indicato nel prospetto 9 della EN 1090.

Inoltre, per i bordi degli elementi sui quali è previsto un trattamento superficiale per la protezione dalla corrosione, gli spigoli debbono essere arrotondati in conformità alla EN ISO 12944 – 3, che prevede un raggio di arrotondamento minimo maggiore di 2 mm.

Particolare cura dovrà essere posta nell'evitare aperture o tagli ad angolo vivo Le aperture o tagli realizzati con una qualsiasi metodologia dovranno avere angoli ben raccordati; in alternativa e subordinatamente all'autorizzazione preventiva da parte di ACEA, i suddetti raccordi potranno essere sostituiti da fori eseguiti con trapano al vertice degli angoli.

1.7.5.3 Assemblaggio dei pezzi

E' vietato l'uso di puntature per l'assemblaggio dei pezzi in officina e nella fase di premontaggio parziale o totale fatto salvo quando necessarie per l'assiemaggio dei pezzi da saldare.

Nei pezzi da incurvare, l'incurvatura dovrà essere eseguita a caldo (rosso vivo lasciando poi raffreddare i pezzi lentamente. Si precisa che è proibito continuare a incurvare un pezzo quando esso non abbia più colore rosso.

Nel caso di accoppiamento di piatti e larghi-piatti (ovvero le strisce ricavate da lamiere) per la formazione di strutture composte (come ad esempio le travi a T),

essi dovranno essere rifiniti convenientemente con opportune lavorazioni in modo da rispettare le quote previste dai disegni e le tolleranze prescritte.

Nei nodi principali delle strutture, realizzati attraverso giunzione flangiata, dovrà essere prevista adeguata lavorazione meccanica al fine di garantire una perfetta planarità delle superfici accoppiate, con una tolleranza pari a ± 0,5 mm.

1.7.5.4 Forature ed alesature

Di regola, per accoppiamenti a taglio di precisione o ad attrito con tolleranze ridotte (laddove tale requisito è previsto da progetto), i fori dovranno realizzarsi a diametro convenientemente ridotto, almeno 2 mm, e successivamente alesati a diametro definitivo dopo che la struttura sarà stata completamente premontata con l'ausilio di idonei bulloni e spine di montaggio

Per tutti gli altri accoppiamenti è possibile forare a diametro definitivo.

Per le classi di esecuzione EXC3 e EXC4 tutte le forature dovranno essere eseguite al trapano o carotatrice, restando escluso l'uso del punzone

1.7.5.5 Controllo dimensionale dei singoli pezzi

ACEA si riserva la facoltà di verificare che le dimensioni dei singoli pezzi siano corrispondenti a quelle di progetto, tenuto conto delle tolleranze riportate nell'allegato D della norma UNI EN.

1.7.6 BULLONATURE

1.7.6.1 Generalità

Per le prescrizioni sui bulloni delle giunzioni di opere in classe di esecuzione EXC2 e delle giunzioni di elementi secondari di opere in classe di esecuzione EXC3 e EXC4 si rimanda a quanto indicato nel DM 17/01/2018. Per le restanti giunzioni, valgono le prescrizioni riportate di seguito.

Le giunzioni bullonate sono da prevedersi mediante l'impiego dei seguenti procedimenti:

- bulloni a taglio con accoppiamento di precisione, con gioco foro-bullone, comprensivo delle rispettive tolleranze, non superiore a 0,3 mm per $\varnothing \leq 20$ mm e non superiore a 0,5 mm per $\varnothing > 20$ mm.
- bulloni ad attrito, con coefficiente d'attrito pari a 0.3 (con superfici delle

giunzioni sabbiate al metallo bianco e protette sino al serraggio dei bulloni con gioco foro bullone non superiore a mm per Ø ≤ mm e non superiore a 1,5 mm per Ø > 20 mm.

Nei bulloni a taglio, in considerazione delle tolleranze ristrette di accoppiamento, si dovranno scegliere opportunamente le tolleranze dimensionali sul diametro della vite.

Per quanto riguarda le giunzioni di elementi secondari ad esempio i parapetti, si prevedono giunti con bulloni a taglio di caratteristiche correnti, come riportato nel paragrafo 4.2.8.1.1 del D.M. 17/01/2018.

Su una stessa struttura potranno essere adottati bulloni di tipologie diverse, a taglio o ad attrito, purché gli stessi siano identificabili a vista ed inoltre siano chiaramente indicate nei disegni di progetto e d'officina le diverse lavorazioni imposte per i fori e le relative tolleranze massime.

I bulloni con asse verticale dovranno essere montati in opera con la testa verso l'alto e con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) ed una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

I dadi debbono essere assemblati in modo tale da rendere visibile la marcatura per il controllo dopo il montaggio.

Per la stessa parte d'opera, i valori di K e della coppia di serraggio dovranno essere univoci per ciascun diametro e per tipologia di accoppiamento (attrito o taglio).

Dovrà essere posizionata in punti facilmente accessibili, idonea tabella in inox contenente l'indicazione del coefficiente K e del valore della coppia di serraggio nonché l'eventuale dispositivo anti svitamento adottato.

Sono ammessi bulloni con diametro 12 – 14 – 16 – 18 – 20 – 22 – 24 – 27 mm.

Non sono ammessi disassamenti dei fori che non consentano il passaggio del bullone previsto. In nessun caso sono ammesse ovalizzazioni dei fori ed in caso si dovrà procedere ad alesatura a diametro superiore con adeguata sostituzione dei bulloni interessati.

Per quanto riguarda l'ortogonalità tra asse del bullone e superficie bullonata, è consentito uno scostamento ≤ 1°.

1.7.6.2 Giunzioni con bulloni a taglio

La lunghezza delle viti dovrà essere calcolata in modo che non più di mezza spira ricada all'interno del pacchetto da serrare. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne dovrà tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.

Tutti i bulloni dovranno essere adeguatamente serrati ed in particolare:

- bulloni soggetti anche a carico assiale: serraggio al 100% del valore che garantisce i precarichi indicati nella tabella seguente;
- bulloni soggetti unicamente a taglio: è ammessa una riduzione del serraggio all' % del valore che garantisce i precarichi riportati nella tabella seguente, purché si indichi nel contempo l'adeguato provvedimento contro l'auto svitamento del bullone approvato da ACEA.

Ø (mm)	Ares (mm)	NS (kN) Classe 8.8	NS (kN) Classe 10.9
Ns = Precarico			

tabella di riferimento per il serraggio dei bulloni a taglio

Per quanto riguarda le attrezzature e le procedure di serraggio si richiama quanto riportato per le giunzioni ad attrito nel successivo paragrafo.

1.7.6.3 Giunzioni con bulloni ad attrito

Le superfici sabbiate a metallo bianco SA 2 e 1/2 dovranno essere protette con pellicole o altri mezzi che preservino la pulizia delle superfici fino al momento dell'accoppiamento in cantiere In alternativa, previa autorizzazione di ACEA, potranno essere utilizzati idonei prodotti (zincanti inorganici, etc.) da applicare in officina per i quali sia stata prodotta idonea documentazione comprovante il coefficiente di attrito previsto in progetto.

Tutti i bulloni dovranno essere accuratamente serrati al 100% del valore tabellare previsto dal D.M. 17/01/2018 al paragrafo 4.2.8. e dalla circolare esplicativa.

1.7.6.4 Modalita' di serraggio

Prima di procedere all'assemblaggio di un giunto occorre rimuovere bave, impurità e accumuli di rivestimento che potrebbero causare depositi solidi.

Il giunto deve essere predisposto nella disposizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine", in grado di impedire spostamenti relativi tra i pezzi da unire e consentire l'adeguata corrispondenza dei fori

Il serraggio deve essere eseguito mediante rotazione del dado eccetto quando non è possibile accedere dalla parte ove lo stesso è ubicato. Quando il serraggio avviene mediante la rotazione della vite, debbono essere eseguite apposite prove di taratura come indicato al par. 8.5.1 della EN 1090-

Il serraggio deve essere eseguito progressivamente dalla parte più rigida della giunzione alla parte meno rigida tenendo conto che per raggiungere l'uniformità del precarico potrebbero essere necessari più cicli di serraggio.

Sono previsti i seguenti metodi di serraggio:

- serraggio con il metodo della coppia;
- serraggio con il metodo combinato.

Le chiavi torsiometriche utilizzate in ogni fase del serraggio con il metodo della coppia, debbono avere un'accuratezza pari a ± % in accordo con la norma EN ISO 6789. Per ogni chiave deve essere verificata l'accuratezza con frequenza almeno settimanale e, in caso di chiavi pneumatiche, ogni volta che varia la lunghezza della vite. Per chiavi torsiometriche utilizzate nella prima fase di serraggio con

metodo combinato, si richiede un'accuratezza di ± 10 % e un controllo con periodicità annuale;

Il controllo della chiave deve essere effettuato anche a seguito di un incidente accaduto durante l'uso (ad es caduta della chiave, sovraccarico, ecc.) che possa comprometterne l' idoneità.

Se un assieme è stato serrato con il precarico richiesto e successivamente per qualsiasi motivo viene allentato, questo dovrà essere di regola rimosso e l'intero assieme (vite-dado-rondelle) sostituito. In fase di approvvigionamento dei bulloni, l'ESECUTORE dovrà prevedere un'adeguata scorta di bulloni, sufficienti per le prove di serraggio.

1.7.6.5 Serraggio con il metodo della coppia

La coppia di serraggio deve essere applicata in continuo e in modo uniforme.

Il processo di serraggio per ogni bullone generalmente comprende almeno due fasi:

- una prima fase consiste nel serrare l'assieme fino al raggiungimento del % circa del valore della coppia richiesta. Questa prima fase deve essere completata per tutti gli assiemi prima di proseguire alla fase successiva;
- una seconda fase di raggiungimento del 100% del valore di coppia richiesta.

1.7.6.6 Serraggio con il metodo combinato

Il serraggio con il metodo combinato comprende due fasi:

- una fase di serraggio iniziale, che consiste nel serrare l'assieme fino al raggiungimento del % del valore della coppia richiesta, salvo più precise indicazioni fornite dal PRODUTTORE dei bulloni. Questa prima fase deve essere completata per tutti gli assiemi prima di proseguire alla fase successiva;
- una seconda fase di serraggio finale in cui viene messo in rotazione il componente dell'assieme che deve ruotare nelle misura indicata dal PRODUTTORE. La posizione relativa del dado rispetto alla filettatura della vite deve essere contrassegnata con un pennarello indelebile al termine della prima fase, in modo tale che possa essere facilmente determinata la

rotazione finale del dado rispetto al filetto della vite.

1.7.6.7 Controllo del serraggio

Tutti i collegamenti effettuati con bulloni precaricati debbono essere sottoposti a controllo visivo dopo accostamento iniziale sulla struttura abbinata e prima della fase di precarico.

Il controllo dei bulloni montati con i relativi metodi di installazione deve essere effettuato in funzione del metodo di serraggio utilizzato.

La scelta della giunzione su cui eseguire i controlli deve essere casuale assicurandosi che i campioni da controllare siano rappresentativi di: tipologia del collegamento, gruppo di collegamento di viti, lotto di viti, tipologia e dimensioni, attrezzature utilizzate.

La fase di pre–serraggio deve essere verificata attraverso controlli visivi della giunzione per assicurare che le stesse siano a "pacco"

Il controllo finale del serraggio prevede la verifica degli stessi assiemi per verificare l'assenza di condizioni di sotto serraggio e di sovra serraggio.

Il controllo deve essere eseguito con chiave dinamometrica, o con altro idoneo dispositivo, che garantisca una precisione di ± 4%. Tale controllo dovrà essere eseguito su almeno il 20% dei bulloni, scelti in modo da interessare tutta l'estensione del giunto in esame Se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo deve essere esteso al 100% del giunto.

1.7.6.8 Controllo dei bulloni serrati con il metodo della coppia

Per il controllo del serraggio si procederà nel modo seguente:

- Marcatura di dado, vite e lamiera per identificarne la posizione relativa;
- Allentamento del dado con una rotazione almeno pari a 60° prestando attenzione che non ruoti la vite nel qual caso occorre tenere ferma la testa dalla parte opposta;
- Serraggio del dado con la coppia prescritta e controllo del ritorno alla posizione originaria.

Nel caso in cui l'angolo di rotazione tra vite e dado dovesse risultare > di -15° il bullone risulta sovra serrato. Tutti i bulloni del giunto dovranno essere sottoposti a prova e nel caso sostituiti.

Nel caso in cui l'angolo di rotazione tra vite e dado dovesse risultare > di ° il bullone risulta sotto serrato Tutti i bulloni del giunto dovranno essere riportati al corretto serraggio.

1.7.6.9 Controllo dei bulloni serrati con il metodo combinato

Per il controllo della fase di serraggio iniziale si procederà nello stesso modo descritto nel paragrafo precedente.

Nel caso in cui la rotazione tra vite e dado dovesse risultare > di -15° il bullone risulta sovra serrato. Tutti i bulloni del giunto dovranno essere sottoposti a prova e l'angolo rilevato dovrà essere sottratto dall'angolo di rotazione prestabilito per la seconda fase di serraggio.

Nel caso in cui l'angolo di rotazione tra vite e dado dovesse risultare > di ° il bullone risulta sotto serrato. Tutti i bulloni del giunto dovranno essere riportati al corretto serraggio.

Prima dell'inizio della seconda fase di montaggio, bisogna verificare la presenza di tutti i contrassegni sul dado e sulle viti. Eventuali contrassegni mancanti debbono essere ripristinati.

Al termine della seconda fase di montaggio, i contrassegni devono essere verificati come segue:

- nel caso in cui l'angolo di rotazione è inferiore di più di °dell'angolo prestabilito, l'angolo deve essere corretto (sotto serraggio).
- nel caso in cui l'angolo di rotazione è superiore di ° oltre l'angolo prestabilito, l'assieme deve essere smontato e sostituito con un assieme nuovo.

1.7.7 SALDATURE

1.7.7.1 Oneri dell'esecutore

Prima dell'inizio delle attività di fabbricazione, nel caso siano previste giunzioni saldate, L'ESECUTORE deve provvedere ad emettere il "quaderno delle saldature" all'interno del quale saranno contenute tutte le informazioni relative alle attività di saldatura quali:

- le procedure di saldatura WPS (Specifica di procedura di saldatura) utilizzate da saldatori e operatori,
- le WPAR (Verbale di qualificazione di procedura di saldatura) che supportano e validano le WPS;
- il tipo di saldatura con i relativi dettagli;
- la rintracciabilità delle qualifiche di procedimento;
- le certificazioni dei saldatori.

Inoltre al documento saranno allegate tutte le procedure di lavoro correlate al processo di saldatura (il tipo e l'estensione dei controlli, il grado di accettabilità, le macchine e o gli impianti da utilizzare, i trattamenti termici, le sequenze di montaggio etc.).

Indicazioni puntuali sui vari punti citati sono riportate nel seguito della presente sezione di Capitolato.

Per l'approvazione del quaderno delle saldature e per lo svolgimento dei controlli l'ESECUTORE incaricherà un Ente di controllo, a sua cura e spese, che dovrà possedere i seguenti requisiti:

- costituire parte sicuramente indipendente per forma;
- avere svolto incarichi per conto di ACEA nell'ambito di quanto previsto dalla presente specifica;
- possedere un proprio laboratorio accreditato ACCREDIA secondo UNI EN ISO / IEC 17025: 2005, riconosciuto dal Ministero dei LL.PP.;
- avere un settore specificatamente dedicato alle attività di controllo non

distruttivo delle strutture metalliche con un sistema di Gestione della qualità conforme alla UNI EN ISO 9001 ed avere in organico personale certificato di livello 3 e di livello 2 secondo UNI EN ISO 9712.

- avere in organico proprio personale con i requisiti di "Coordinatori di saldatura" secondo quanto indicato nella norma UNI EN ISO 14731:2007 certificato al livello CIWE (Certified International Welding Engineer e CIWT (Certified International Welding Technologist) con almeno 7 anni di esperienza (15 per il Responsabile) nella fabbricazione e controllo delle strutture metalliche;
- avere in organico proprio personale con la qualifica di ispettori della saldatura certificati come CIWI-C (Certified International Welding Inspector – Comprehensive Level) e CIWI-S (Certified International Welding Inspector – Standard Level) con almeno 10 anni di esperienza nella fabbricazione e controllo delle strutture metalliche;
- avere ottenuto, per l'opera soggetta a controllo, l'autorizzazione, da parte della struttura emettente il presente documento, ad eseguire i controlli richiesti dalla presente sezione di Capitolato;

Laddove necessario, ACEA si riserva la facoltà di eseguire, con proprio personale qualificato, i compiti attribuiti all'Ente designato.

1.7.7.2 Tipologie di saldatura

Per l'unione mediante saldatura degli elementi strutturali possono essere previste le seguenti tipologie di giunto:

- giunto testa a testa a piena penetrazione;
- giunti a T a piena penetrazione;
- giunti a T a parziale penetrazione (con smusso pari ad almeno 1/3 dello spessore minimo impiegato e lato del cordone al piede $\geq$ ½ del medesimo spessore
- giunti a T a cordoni d'angolo;
- giunti a sovrapposizione con cordoni d'angolo

1.7.7.3 Procedimenti di saldatura applicabili

I procedimenti di saldatura applicabili negli ambiti della presente sezione di Capitolato sono:

- manuale con elettrodi rivestiti;
- automatico ad arco sommerso;
- semiautomatico ed automatico a filo continuo animato e con anima metallica con protezione di gas;
- semiautomatico a filo continuo pieno con protezione di gas (solamente per la saldatura degli elementi secondari,
- manuale, semiautomatico o automatico per la saldatura dei connettori;

In generale, saranno da preferirsi procedimenti di saldatura di tipo automatico per le maggiori garanzie offerte nei riguardi della costanza della qualità.

Altri procedimenti potranno essere autorizzati in casi particolari, previe specifiche prove di qualifica, definizione dei controlli non distruttivi ed approvazione da parte di ACEA.

A tal fine l'ESECUTORE deve presentare precise proposte tecniche relative alle modalità di qualifica e di controllo per il caso particolare considerato.

1.7.7.4 Specifiche di procedura di saldatura

Le specifiche di procedura di saldatura (WPS saranno elaborate a cura dell'ESECUTORE per ogni giunto da eseguire in produzione. Le modalità di elaborazione delle procedure di saldatura saranno conformi alle indicazioni della Norma UNI EN ISO 15607 e della Norma UNI EN ISO 15609-

Tutte le procedure di saldatura dovranno risultare qualificate fatta eccezione per il procedimento di saldatura manuale con elettrodi rivestiti su acciai di classe di resistenza fino a 510 N/mm . L'ESECUTORE indicherà sui disegni costruttivi o su altro documento i riferimenti alle procedure di saldatura (WPS) e alle preparazioni dei lembi che intende utilizzare per la realizzazione dei giunti saldati.

1.7.7.5 Prescrizioni sui materiali d'apporto

Dovranno essere utilizzati materiali di apporto che garantiscano un deposito di caratteristiche meccaniche per quanto possibile simili a quelle del materiale base. In particolare, nel caso di impiego di materiale base tipo S355 o di carico di snervamento superiore, il valore minimo della tensione di snervamento del materiale di apporto non dovrà risultare maggiore di 100 N/mm del corrispondente valore minimo del materiale base; nel caso di impiego di materiale base tipo S275 tale differenza non dovrà superare i 150 N/mm .

La tenacità del materiale base e del giunto saldato dovrà essere valutata mediante lo stesso tipo di prova tecnologica. Il valore della tenacità della zona fusa e della zona termicamente alterata del giunto saldato ad una temperatura stabilita dovrà risultare almeno pari a quella minima tabellare del materiale base.

In generale, la composizione chimica del deposito dovrà essere per quanto possibile simile a quella del materiale base.

Sugli acciai aventi caratteristiche di resistenza migliorata alla corrosione atmosferica dovranno essere usati materiali di apporto con caratteristiche migliorate di resistenza alla corrosione atmosferica, non inferiori a quelle del materiale base. ACEA si riserva di effettuare prelievi di materiale d'apporto per verificare la composizione chimica.

1.7.7.6 Procedimento manuale ad arco con elettrodi rivestiti

Per gli acciai di tipo S275 e S355 dovranno essere rispettivamente impiegati elettrodi basici della serie E44 ed E52 di classe di qualità 4, secondo UNI EN ISO 2560, con tenore di idrogeno non superiore ad H5.

Tali elettrodi dovranno risultare contrassegnati con il simbolo secondo UNI EN ISO 2560:2010 e UNI EN ISO 18275:2012 che assicuri un valore di resilienza Kv garantito almeno alla temperatura minima di prova del materiale base.

L'ESECUTORE è tenuto ad indicare la denominazione commerciale degli elettrodi che intende adottare sulle procedure di saldatura.

1.7.7.7 Procedimento di saldatura automatica ad arco sommerso

Il procedimento automatico ad arco sommerso potrà essere utilizzato nella versione con una testa saldante con un filo singolo o con due fili (twin arc) o con più teste saldanti, nelle versioni a testa singola o a teste contrapposte. Saranno impiegati fili e flussi classificati secondo UNI EN ISO 14174.

Le procedure di saldatura dei giunti da realizzare con il procedimento ad arco sommerso dovranno contemplare, oltre alle caratteristiche generali come per gli altri procedimenti, anche quanto necessario ad identificare l'impianto, il numero e la disposizione dei fili per saldatura e la collocazione delle teste saldanti rispetto al giunto.

1.7.7.8 Procedimento di saldatura con filo animato con protezione di gas

Di regola è richiesto l'uso di fili animati basici o ad anima metallica per la saldatura in posizioni piano e piano

- frontale; negli altri casi è possibile usare fili rutilici.

E' richiesto l'uso di fili animati con tenore di idrogeno diffusibile su deposito minore di 5ml/100g (secondo ISO 3690). In ogni caso, potrà essere richiesta da ACEA una verifica sul materiale impiegato in officina.

Il gas di protezione dovrà essere una miscela del tipo M1 o M2 secondo ISO 14175 con punto di rugiada non inferiore a - 0°C. Potrà essere ammesso l'uso di CO puro se consigliato dal PRODUTTORE del materiale d'apporto

1.7.7.9 Procedimento di saldatura dei connettori

I pioli dovranno essere saldati alle piattabande con procedimento automatico per piolatura, utilizzando esclusivamente la metodologia di saldatura con capsula disossidante all'estremità del piolo e ferula ceramica e innesco a sollevamento.

In caso di necessità di ripristino della saldatura automatica dei pioli, tale operazione dovrà essere eseguita con procedimento manuale con elettrodi a rivestimento basico, previo esito favorevole di una prova preliminare su un campione atto a simulare le difficoltà operative, costituito da tre pioli per ogni diametro interessato dalla riparazione, su cui saranno eseguite sezioni macrografiche (su ogni piolo) per

la verifica della fusione del vertice del piolo. Il saggio dovrà essere eseguito da ciascun saldatore impiegato.

Per altre tipologie di connettori potranno essere usati i procedimenti: semiautomatico a filo continuo animato o ad anima metallica con protezione di gas e manuale con elettrodo rivestito.

La superficie della piattabanda in corrispondenza della zona di saldatura dei connettori dovrà risultare pulita come qualunque altro lembo di saldatura.

1.7.7.10 Qualificazione delle specifiche di procedura di saldatura

Le specifiche di procedura della saldatura dovranno essere qualificate e certificate in accordo ai requisiti della Normativa UNI EN ISO 15614- :

Nel caso sia richiesta anche l'esecuzione di talloni di ''pre-produzione'', per giunti particolari per i quali le prove standard non sono ritenute esaustive, la qualificazione dovrà essere completata con prove condotte secondo UNI EN ISO 15613.

La certificazione delle procedure di saldatura dovrà essere rilasciata da un Ente di Certificazione dotato di accreditamento ACCREDIA secondo ISO 17065 che sostituisce la EN 45011. ACEA si riserva comunque la facoltà di eseguire ulteriori prove.

Per quanto attiene alle modalità di qualifica del procedimento di piolatura, valgono in toto le prescrizioni della norma UNI EN ISO 14555.

Per la qualificazione delle specifiche di procedura di saldatura da utilizzare per le opere in classe di esecuzione EXC2 vale quanto indicato nella norma UNI EN 1090-2. Per quelle utilizzate per le opere in classe di esecuzione EXC3 e EXC4 valgono le ulteriori prescrizioni di seguito indicate.

Apporto termico

Le saldature saranno eseguite impiegando un apporto termico specifico (HI), valutato con la formula: HI =k 0.06 x I x V / v (kJ/mm)

dove:

- I = corrente di saldatura (A),
- V = tensione di saldatura (V),
- v = velocità di traslazione della sorgente termica (mm/min)
- k= fattore di correzione apporto termico in funzione del processo di saldatura (ved. UNI EN 1011 parte pari a per l'arco sommerso e a, per elettrodo rivestito e filo continuo con protezione di gas

Di regola l'apporto termico massimo sarà 2.8 kJ/mm mentre quello minimo non dovrà risultare inferiore a

0.8 kJ/mm.

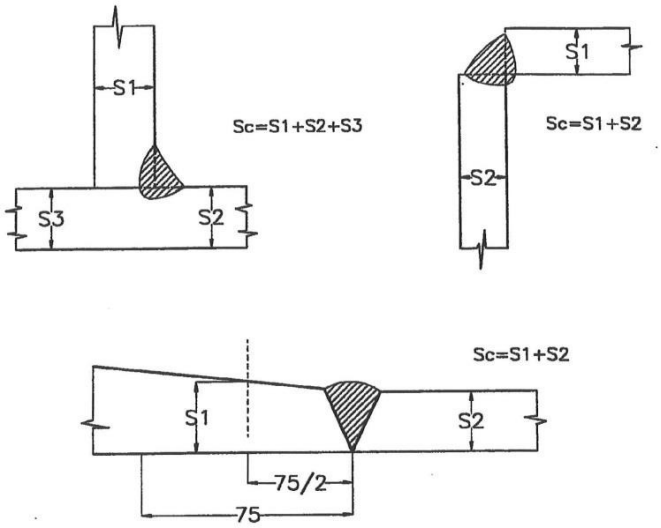
Durante la produzione non devono ottenersi apporti termici che si discostino più del 15% dal valore misurato durante l'esecuzione dei saggi per la qualifica dei procedimenti di saldatura.

Durezze

I valori di durezza per l'acciaio S non devono risultare superiori a HV mentre per i rimanenti acciai non superiori a 350 HV30. Le durezze saranno misurate in zona fusa, in zona termicamente alterata e sul materiale base.

Temperature di preriscaldo e interpass

L'applicazione del preriscaldo su un giunto saldato prima della sua esecuzione ed il mantenimento in temperatura durante la saldatura sono alcuni dei fattori che determinano il ciclo termico di saldatura, insieme allo spessore di tutti gli elementi strutturali che costituiscono il giunto saldato (spessore combinato della sottostante figura ed all'apporto termico specifico.



A sua volta il ciclo termico produce strutture metallurgiche diverse nella zona fusa e nella zona termicamente alterata di un giunto in funzione della composizione chimica dei materiali base e di apporto. Un utile indice dell'influenza di tale composizione è il carbonio equivalente (CEQ) valutato con la formula indicata.

Nella tabella seguente sono riportati, a titolo indicativo, i valori delle temperature minime di preriscaldo (Tpr) e massime di interpass (Ti), in funzione del valore di CEQ per un determinato materiale base, del valore minimo di apporto termico (HI) previsto nella procedura di saldatura approvata per un giunto saldato e dello spessore combinato del giunto (Sc) (vedere UNI EN 1011- L'adeguatezza di tali indicazioni dovrà essere verificata in sede di qualificazione dei procedimenti di saldatura e su talloni di pre-produzione o di produzione, con riferimento ai valori massimi della durezza indicati dalla procedura di certificazione. Pertanto, i preriscaldi stabiliti possono essere anche variati, purché venga garantito il rispetto dei limiti di durezza. Le variazioni devono essere concordate preventivamente in fase di qualifica del procedimento.

	HI (elettr./filo an.)	Sc ≤ (mm)	30 < Sc <50 (mm)	5 ≤Sc ≤ (mm)
CEV <0.37		-	-	75°

CEV = 0.38 ÷	1.2 kJ/mm	-	50°	100°
CEV = 0.43 ÷		-	75°	125°
CEV = 0.46 ÷		50°	125°	175°
	HI (arco sommerso)	**Sc ≤ (mm)**	**30 < Sc <50 (mm)**	**5 ≤Sc ≤ (mm)**
CEV < 0.37	2 kJ/mm	-	-	-
CEV = 0.38 ÷		-	-	75°
CEV = 0.43 ÷		-	-	100°
CEV = 0.46 ÷		-	50°	150°

E' da notare però che i preriscaldi indicati sulla specifica di saldatura devono essere maggiorati di °C per la puntatura dei pezzi e l'operazione di scriccatura

In ogni caso dovrà essere garantita l'asciugatura dei lembi con un preriscaldo a °C

Il preriscaldo deve essere eseguito in modo tale che la temperatura richiesta interessi circa 75 mm di materiale base per ciascun lato del giunto.

Il controllo della temperatura di preriscaldo e di interpass potrà essere eseguito mediante l'impiego di termocolori o di altri dispositivi atti allo scopo.

1.7.7.11 Qualificazione degli addetti alle procedure di saldatura

1.7.7.11.1 Addetti al coordinamento

Gli addetti al coordinamento delle attività di saldatura dovranno avere conoscenze specifiche con riferimento alla Norma UNI EN ISO 14731:2007, con esperienza evidente nel campo della costruzione delle strutture metalliche L'ESECUTORE dovrà individuare il "Coordinatore di saldatura" che costituirà l'interlocutore tecnico responsabile nei confronti di ACEA per tutte le attività riguardanti la saldatura.

1.7.7.11.2 Saldatori e Operatori di saldatura

I saldatori impegnati nelle applicazioni di saldatura manuale e semiautomatica, dovranno essere qualificati in accordo alla Norma UNI EN ISO 9606-1: 2013 per i procedimenti utilizzati e per le varie posizioni di lavoro. I saldatori che dovranno operare nell'ambito del presente documento dovranno eseguire, in ogni caso, come

saggio di prova, anche un giunto a T con cordone d'angolo da valutare secondo i criteri previsti dalla sopra citata norma.

Gli addetti agli impianti di saldatura automatici e a quelli robotizzati e di piolatura dovranno essere certificati secondo UNI EN ISO 14732:2013.

L'abilitazione dei saldatori dovrà risultare dall'esibizione di apposito certificato di qualifica effettuata da un Ente accreditato ACCREDIA secondo UNI EN 17024.

Il Coordinatore di saldatura dell'ESECUTORE dovrà riportare in apposito registro il nominativo dei saldatori abilitati e degli operatori, aggiornandolo sulla base delle eventuali variazioni delle qualifiche (estensione di classe, mantenimento della validità ed eventuale prolungamento). Sul registro dovranno inoltre essere riportati i periodi di inattività di ciascun saldatore e/o operatore relativamente ad un determinato procedimento.

Sia il registro che i certificati di qualifica dovranno essere reperibili presso l'ESECUTORE ed esibiti agli incaricati di ACEA dietro loro richiesta.

ACEA ha, inoltre, la facoltà di richiedere eventuali riprove di qualifica ogni qualvolta l'esame delle saldature mostri sistematica difettosità attribuibile ad insufficiente capacità operativa.

Ciascun saldatore e/o operatore dovrà essere individuato da una lettera o un numero, che sarà riportato su di un punzone, mediante il quale il saldatore stesso marcherà le saldature eseguite.

1.7.7.12 Prescrizioni costruttive

1.7.7.12.1 Generalità

Se la temperatura ambiente risulta inferiore a - 5°C, dovranno essere prese particolari precauzioni per garantire le temperature minime del materiale base da saldare precedentemente indicate.

L'officina dell'ESECUTORE deve essere dotata di magazzino per deposito dei materiali di saldatura (elettrodi, fili, flussi) perfettamente chiuso e con umidità relativa costante non superiore al 50%.

I flussi e gli elettrodi, una volta aperti gli imballi originali, dovranno essere essiccati alla temperatura di 350° -

° C per due ore e conservati in forno alla temperatura di ° fino al momento dell'uso L'essiccamento deve avvenire sia per gli elettrodi che per i flussi in strati non superiori a 4 cm (a meno che per i flussi non siano usati i "forni a caduta"

I saldatori dovranno essere dotati di fornetti portatili funzionanti alla temperatura di circa 100° nei quali verranno mantenuti gli elettrodi, prelevati dal forno di mantenimento, per un tempo massimo corrispondente alla durata del turno di lavoro. Alla fine del turno, gli elettrodi non utilizzati dovranno essere ritirati e stoccati in un apposito contenitore. Potranno essere impiegati dopo ulteriore essiccamento con le stesse modalità; tale trattamento, in generale, non potrà essere effettuato per più di due volte, salvo diversa indicazione del fabbricante.

Il flusso non fuso potrà essere recuperato e riutilizzato miscelato con flusso nuovo (miscela con 30% di flusso già utilizzato e 70% di flusso nuovo). Alla fine del turno di lavoro, il flusso non utilizzato dovrà essere ritirato dalle macchine e stoccato in un apposito contenitore. Potrà essere ulteriormente impiegato dopo essiccamento con le modalità di cui sopra.

L'efficienza delle procedure di essiccazione e conservazione degli elettrodi e dei flussi per arco sommerso potrà essere controllata, su richiesta di ACEA, attraverso verifiche del contenuto di idrogeno diffusibile condotte su deposito, con le modalità di prova previste dalla norma AWS A4.3, tecnica a colonna di mercurio (valore richiesto < 5 ml/100g).

Nel caso di elettrodi in confezioni ''vacuum pack'' queste dovranno essere aperte al momento dell'uso e depositati nei fornetti; a fine turno di lavoro gli elettrodi rimasti dovranno essere conservati in forno a 150°C.

1.7.7.12.2 Controlli preventivi

Prima di iniziare la saldatura, i lembi delle parti da collegare e le zone adiacenti per una larghezza di 100 mm saranno controllati con esame visivo e strumentale per accertare l'assenza di eventuali cricche o sfogliature e le corrette condizioni di

preparazione. Sui lembi e sulle zone adiacenti suddette non sono di regola ammesse riparazioni mediante saldatura. Sono ammesse molature ben raccordate fino a profondità di 3mm.

Le superfici dei lembi da saldare degli elementi principali saranno esaminate preventivamente con magnetoscopia o con liquidi penetranti.

Nel caso di giunti a croce a piena penetrazione, si dovrà effettuare sulla zona di lamiera intermedia interessata dai giunti (almeno mm per parte del giunto uno specifico controllo ultrasonoro per verificare l'assenza di sfogliature o di eccessive segregazioni (UNI EN 10160:2001). Detto controllo ultrasonoro può essere omesso per lamiere di acciaio con strizione garantita nel senso dello spessore (Z 35).

1.7.7.12.3 Assiemaggio dei pezzi

Particolare cura dovrà essere posta nella fase di assiemaggio dei pezzi, prevedendo modalità di puntatura che salvaguardino dal pericolo di strappi sui materiali base o difetti in saldatura. In particolare, ove possibile, verranno utilizzati cavallotti di assiemaggio; la rimozione dei cavallotti avverrà di regola molando i relativi cordoni di saldatura; è ammessa la rimozione con taglio di fiamma purché venga lasciato un sovrametallo di almeno 3mm da rimuovere con successiva molatura. In ogni caso la superficie dovrà essere esaminata visivamente e con magnetoscopia per verificare l'assenza di strappi o cricche sulla superficie

I giunti potranno essere assiemati per mezzo di tratti di saldatura, di regola, di lunghezza non inferiore a 50 mm e da asportare nel corso della esecuzione del giunto saldato.

In un giunto saldato testa a testa da solcare a rovescio, i punti verranno depositati a rovescio, dal lato della ripresa.

Eventuali punti da inglobare nel giunto saldato dovranno essere depositati da saldatori certificati, molati alle estremità ed esaminati prima dell'esecuzione della saldatura; i punti difettosi dovranno tassativamente essere eliminati. I punti depositati da saldatori non certificati dovranno essere comunque rimossi.

Nel caso di saldatura su piatto ceramico il piatto dovrà essere montato immediatamente prima di saldare e non si dovranno effettuare puntature in cianfrino.

1.7.7.12.4 Preparazione dei lembi

La preparazione dei lembi da saldare dovrà essere definita a cura e responsabilità dell'ESECUTORE, con parere favorevole dell'Ente di controllo incaricato, e comparire sui disegni e/o sulla tavola delle preparazioni visionata dal Progettista, approvata da ACEA e resa disponibile in officina. In linea di massima la preparazione dei lembi sarà conforme alla UNI EN 9692.

Le attrezzature previste per la preparazione dei lembi dovranno comparire sulle procedure di saldatura; è raccomandato l'impiego di procedimenti di taglio termico (ossitaglio o plasma automatici oppure di macchine utensili tipo pialle e frese indispensabili per la realizzazione di smussi a U, J, ecc E' ammesso l'impiego dell'ossitaglio manuale e automatico o di altre metodologie, purché la superficie venga successivamente rifinita mediante accurata molatura, che dovrà conseguire la completa rimozione delle strie da taglio e di tutte le altre irregolarità.

1.7.7.12.5 Processo di saldatura

L'accensione degli elettrodi o dei fili dovrà essere fatta su apposito tallone di lamiera ausiliaria appoggiato o puntato ad entrambe le estremità oppure in cianfrino.

L'uso dei talloni di estremità è comunque obbligatorio per l'esecuzione dei giunti testa a testa e per i giunti eseguiti con procedimenti automatici.

E' compito del saldatore e dell'operatore di saldatura esaminare la superficie di ogni passata per assicurarsi dell'eliminazione della scoria, dei difetti di profilo e delle irregolarità superficiali; se l'esito dell'esame non è soddisfacente si dovrà fare ricorso ad una preliminare operazione di molatura prima di deporre la passata successiva.

In tutte le saldature testa - testa e d'angolo a piena penetrazione si dovrà effettuare in linea di principio la solcatura al rovescio e successiva ripresa. In subordine, potranno essere usati il piatto di sostegno o la saldatura senza solcatura e senza

sostegno a cura di saldatori in possesso dell'idonea qualifica In quest'ultimo caso è necessaria comunque l'autorizzazione di ACEA e dell'Ente di controllo designato.

La saldatura non dovrà essere interrotta fino a quando non si sia riempito almeno metà spessore. Limitatamente alle strutture sollecitate a fatica, l'utilizzo del piatto di sostegno metallico dovrà essere preventivamente autorizzato da ACEA, solo quando non si potrà procedere diversamente.

1.7.7.12.6 Raddrizzatura

Le strutture deformate a seguito della saldatura devono essere raddrizzate mediante l'applicazione di riscaldamenti localizzati o a caldo con mezzi meccanici ovvero con entrambi i sistemi L'ESECUTORE è tenuto a predisporre una procedura di raddrizzatura nella quale vengano definiti almeno:

- il campo di temperatura da ottenere;
- il metodo di applicazione dei riscaldamenti localizzati ;
- il metodo e le attrezzature per il controllo della temperatura;
- i metodi di raddrizzatura meccanica;
- il personale impiegato nelle operazioni di raddrizzatura;
- il tipo, la classe di resistenza e lo stato di fornitura (normalizzato, termomeccanico, ecc dell'acciaio al quale la procedura si riferisce;
- le prove sperimentali di qualificazione della procedura di raddrizzatura convalidate da un Ente Ufficiale e visionate da ACEA.

I giunti saldati degli elementi sottoposti a raddrizzatura e di quelli adiacenti, saranno esaminati dopo la raddrizzatura con controlli non distruttivi adeguati, per estensione e tipologia, al tipo di giunto.

La temperatura dell'area riscaldata (in generale intorno a °C va definita in funzione dello stato di fornitura del materiale base.

Le parti riscaldate per la raddrizzatura devono essere sostanzialmente libere da sollecitazioni e da forze esterne, eccetto quelle risultanti dai mezzi meccanici usati in concomitanza con l'applicazione dei riscaldi

1.7.7.12.7 Saldatura dei pioli

Per la saldatura automatica dei pioli ogni volta che si inizi una fase di saldatura su una membratura, da parte di ogni saldatore, dovranno essere esaminati i primi due pioli saldati; se trovati soddisfacenti all'esame visivo, verranno piegati a colpi di mazza a 45°. Dopo piegamento verranno raddrizzati e non dovranno mostrare alcuna incrinatura o mancanza di fusione.

Se questa prova da' esito negativo, l'ESECUTORE è tenuto a rimettere a punto la tecnica di saldatura su piastre ausiliarie e a ripetere le prove sui primi due pioli saldati di nuovo sulla medesima membratura.

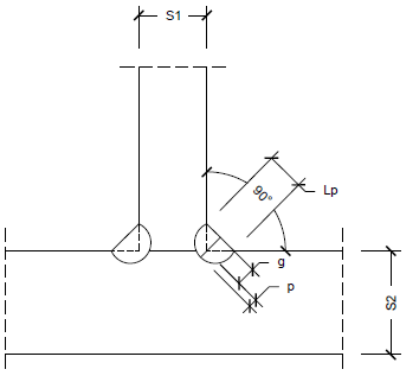
La saldatura dei pioli sia in officina che in cantiere dovrà essere eseguita esclusivamente da personale certificato secondo UNI EN 14732:2013.

1.7.7.13 Prescrizioni concernenti i particolari strutturali

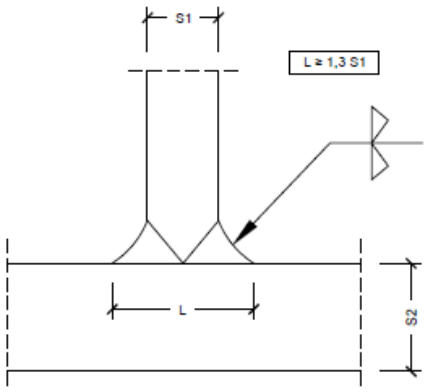
Nei cordoni d'angolo dovrà essere ottenuta la completa fusione del vertice e la forma del cordone o della prima passata, nei giunti a passate multiple, dovrà rispettare la relazione:

$$Lp \leq g \quad p \leq \quad Lp$$

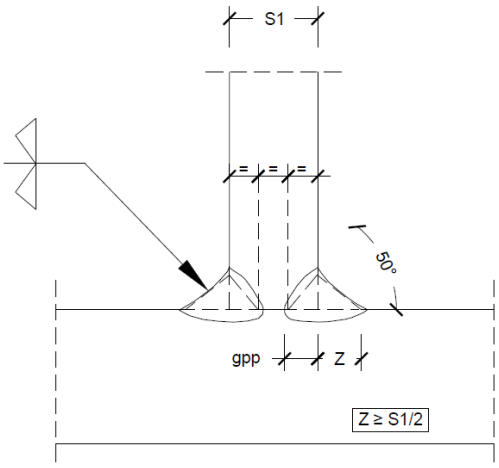
tra la larghezza (Lp) e la profondità (g+p) dove p è la profondità di penetrazione e Lp è il lato obliquo del cordone di saldatura.



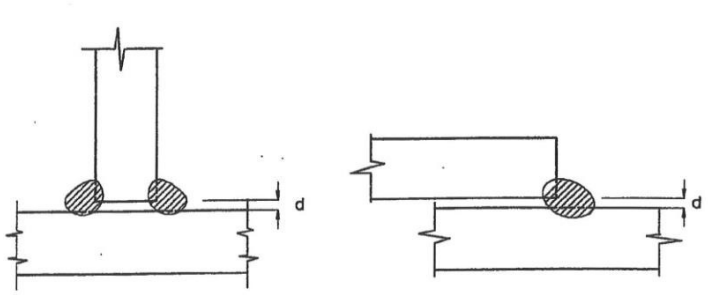
Per i giunti a T a piena penetrazione deve essere previsto un graduale allargamento della saldatura la cui larghezza L deve essere almeno pari ad 1.3 volte lo spessore S1 (spessore minimo impiegato) in corrispondenza della lamiera su cui viene ad innestarsi.



Per i giunti a T a parziale penetrazione l'angolo di apertura del cianfrino non dovrà essere inferiore a ° e l'altezza della sezione resistente sarà assunta pari alla profondità del cianfrino g_{pp}.



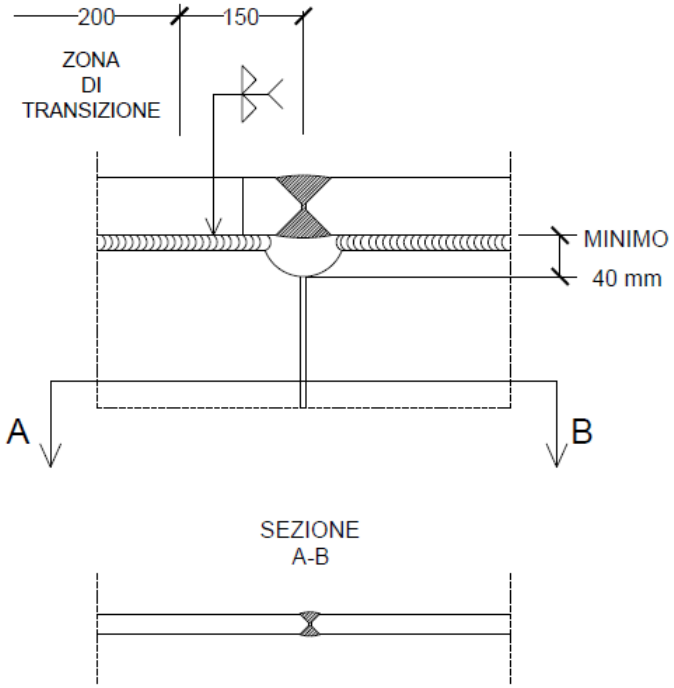
Nella realizzazione di giunti a T od a sovrapposizione mediante saldatura d'angolo, deve ottenersi una buona aderenza tra le superfici previste a contatto. Potrà essere tollerata in questi giunti la distanza massima «d», nei limiti indicati dalla UNI EN ISO 5817 (nel rispetto del relativo livello di qualità). Per la saldatura ad arco sommerso il distacco massimo dovrà essere contenuto in 1 mm.



Qualora si verifichino distacchi superiori a quelli sopra indicati, potrà essere prevista l'imburratura delle superfici per ripristinare la distanza corretta oppure potrà essere proposta ad ACEA una diversa preparazione dei lembi Si dovrà tenere conto dell'eventuale necessità di incrementare le dimensioni dei cordoni d'angolo

Il tratto terminale dei giunti tra anima e piattabanda di travi a T ed a doppio T, non dovrà di regola essere saldato prima della realizzazione dei giunti testa a testa fra le travi, se presenti.

Per consentire la corretta realizzazione dei giunti testa a testa dei profili, nel caso che i giunti anima piattabanda risultassero completi, è necessario eliminare un tratto di saldatura anima - piattabanda di circa 150 mm da entrambi i lati del giunto (scucitura).



Per la realizzazione dei giunti testa a testa si procederà di regola con la sequenza di operazioni nel seguito descritta:

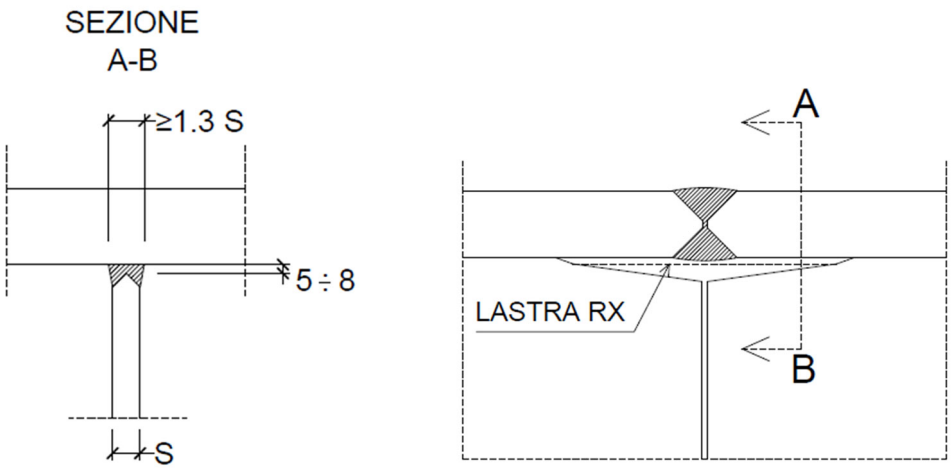
- preparazione dei lembi da saldare e dello scarico alle estremità dell'anima;
- assiemaggio e puntatura degli elementi strutturali (luce del giunto d'anima maggiore della luce del giunto di piattabanda di 2-3 mm);
- saldatura delle piattabande preferibilmente in contemporanea o eseguendo riempimenti parziali alternativamente sulle due piattabande;
- saldatura dell'anima;
- saldatura tra anima e piattabanda nei tratti scuciti.

Elementi uniti in modo errato devono di regola essere tagliati e risaldati.

Quando si debbano unire di testa fra loro elementi di trave a doppio T o a T il giunto della piattabanda e dell'anima giaceranno di regola sulla medesima sezione

Per la realizzazione delle saldature di testa delle piattabande è necessario predisporre sull'anima una lunetta allo scopo di garantire ovunque l'accesso al giunto saldato durante le fasi di esecuzione e di controllo

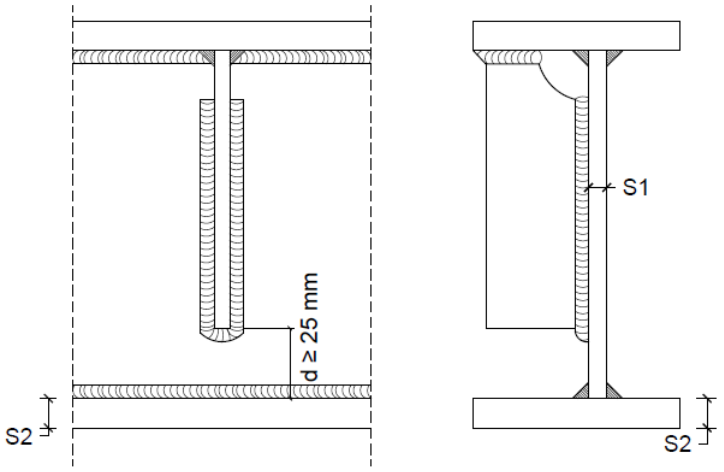
A tal fine potrà essere prevista sull'anima una normale lunetta semicircolare con estremità ad arco di cerchio (raggio minimo pari a 40mm e almeno pari allo spessore dell'anima più 15 mm) ben lavorata e raccordata con fresa portatile. In presenza di severe sollecitazioni di fatica o comunque in corrispondenza di applicazione di carico diretto sulla piattabanda, verrà adottata una lunetta di forma allungata e cianfrinata in modo da poter essere richiusa con saldatura a piena penetrazione dopo l'esecuzione dei giunti di anima e di piattabanda e dei relativi controlli non distruttivi (vedi fi.



In ogni caso, in presenza di anime e/o piattabande saldate testa - testa, prima della composizione della trave, è necessario, dopo l'esecuzione dei prescritti controlli non distruttivi, spianare la zona di saldatura della piattabanda o dell'anima interessate, prima di assemblare gli elementi della trave per l'esecuzione delle saldature d'angolo per consentire la corretta aderenza

Nel caso di incrocio di tre o più elementi strutturali (ad esempio in una trave composta saldata all'incrocio tra anima, piattabanda e nervature di irrigidimento), dovranno essere previsti scarichi di grandezza adeguata (raggio minimo pari allo

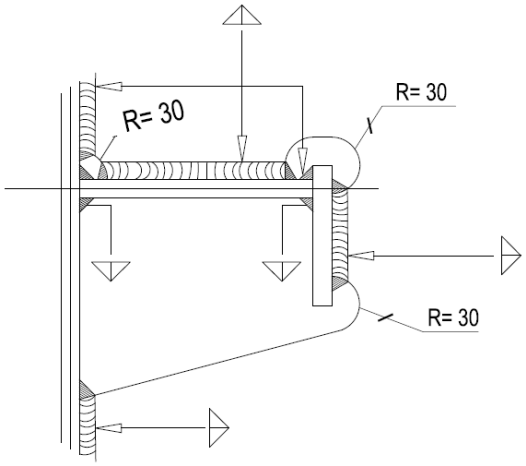
spessore della lamiera più 15mm) per consentire la corretta esecuzione ed il controllo dei giunti. (vedi fig e 8)



Gli scarichi dovranno essere ad arco di cerchio o, comunque, di forma ben avviata e privi di qualsiasi intaglio o irregolarità. Dopo eventuali lavorazioni di fresa, la rugosità dovrà risultare ra ≤ μm.

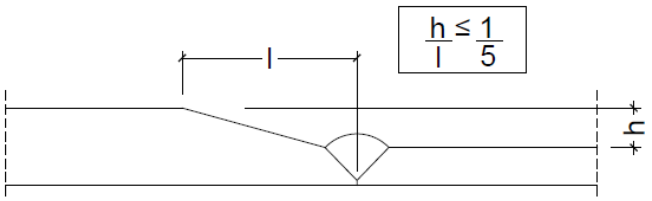
I cordoni di saldatura che raggiungono il lembo dello scarico saranno fatti girare intorno avendo cura di evitare che la saldatura incida il lembo dello scarico. Inoltre i cordoni si faranno egualmente girare intorno ai lembi liberi di fazzoletti o squadrette saldate.

Il cordone di saldatura che collega l'irrigidente all'anima della trave dovrà, in corrispondenza del lembo aderente a tale anima, essere accuratamente molato in modo da eliminare ogni traccia di incisione locale per un'altezza non inferiore al % dell'altezza della trave, con un massimo di 100 mm, a partire da entrambe le estremità.

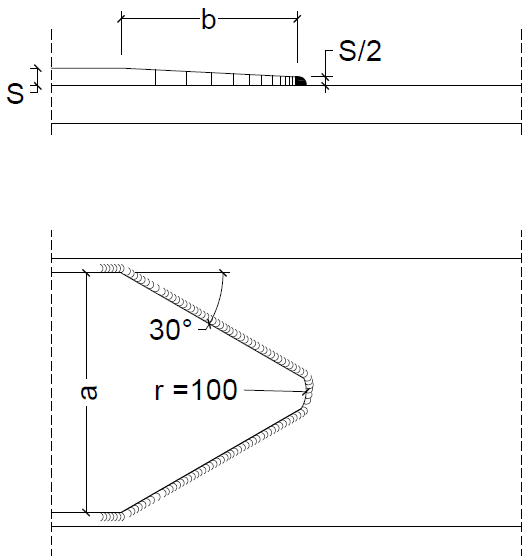


Qualora il Progettista non ritenga applicabile l'uso degli ''scarichi'' sopra indicati per problemi di fatica, si dovranno realizzare scarichi che seguano il profilo del cordone sottostante, con un distacco massimo di 1mm. In questo caso la saldatura delle nervature non verrà interrotta e seguirà il profilo dello scarico.

Nella saldatura testa - testa di due elementi principali di diverso spessore, lo spessore maggiore dovrà essere gradualmente rastremato sino a raggiungere lo spessore minore. Il tratto rastremato dovrà risultare, in generale, non inferiore a 5 volte la differenza di spessore degli elementi collegati, a partire dall'asse del giunto



Nel caso di sovrapposizione di piattabande, in corrispondenza della sezione terminale della piattabanda sovrapposta, si dovrà garantire un adeguato raccordo tra la doppiatura e la piattabanda, prevedendo comunque di eseguire un cordone d'angolo di chiusura che abbia altezza di gola pari almeno alla metà dello spessore della piattabanda stessa e raccordato ai cordoni laterali. Tale cordone dovrà essere regolarizzato mediante asportazione con mola del materiale eccedente; è raccomandata la soluzione seguente:



1.7.7.14 Modalità esecutive dei controlli non distruttivi

1.7.7.14.1 Prescrizioni generali

I giunti saldati verranno controllati visivamente e con attrezzature adeguate al tipo di giunto, alla tipologia dei difetti da rilevare ed al luogo di lavoro, secondo quanto riportato nel seguito.

Di regola, i controlli strumentali saranno quello magnetoscopico, radiografico e ultrasonoro sul giunto completato ed il controllo con liquidi penetranti solo sulle superfici di solcatura al rovescio dei giunti a piena penetrazione. I controlli strumentali finali saranno di regola successivi a quello visivo soddisfacente.

I metodi di controllo da impiegare saranno scelti in base alle tipologie di unione e agli spessori dei materiali sulla base delle indicazioni fornite dalla norma UNI EN ISO

Il personale addetto all'esame non distruttivo dei giunti saldati e del materiale base deve essere certificato almeno di livello 2 in accordo alla norma UNI EN ISO 9712:2012 da un Organismo di Certificazione accreditato ACCREDIA in accordo all'UNI EN ISO

Per l'esecuzione dell'esame visivo si raccomanda l'impiego di personale certificato come EWI (European Welding Inspector)/ IWI (International Welding Inspector).

1.7.7.14.2 Modalità di esecuzione dei controlli

Esame visivo

Il controllo verrà eseguito in conformità alla norma UNI EN ISO 17637.

Controllo magnetoscopico

Il controllo verrà eseguito in conformità alla norma UNI EN ISO 17638.

Controllo con liquidi penetranti

Il controllo verrà eseguito in conformità alla norma UNI EN ISO 3452-

Controllo radiografico

Prima dell'esecuzione del controllo verrà compilato, a cura dell'ESECUTORE, uno schizzo da allegare al verbale di controllo radiografico in cui risultino gli sviluppi dei giunti saldati e le sigle dei saldatori o degli operatori che li hanno eseguiti; su di esso saranno indicate, dall'incaricato di ACEA o dell'Ente designato, le posizioni da radiografare distinte con lettere e/o numeri, quando tali posizioni non si evincano dai documenti di progetto. Tali elementi dovranno comparire sulle corrispondenti pellicole e serviranno per la loro identificazione.

Gli incaricati di ACEA si riservano la facoltà di accertare mediante controllo diretto l'effettiva corrispondenza della ubicazione della pellicola sul giunto radiografato. A tal fine è vietata la rasatura del sovrametallo dei giunti testa a testa a filo lamiera se non dopo l'accettazione dei giunti da parte di ACEA o dell'Ente di controllo designato

Su ogni pellicola dovrà essere posto un indicatore di qualità d'immagine (penetramento); la radiografia dovrà avere sensibilità tale da rilevare l'elemento del penetramento corrispondente al % della somma degli spessori attraversati dai raggi (potere risolutivo).

Il controllo radiografico deve essere eseguito secondo le regole delle norme UNI EN ISO 17636-1:2013 applicando la classe B per le opere in classe di esecuzione

EXC3 e EXC4 e la classe A per i restanti casi. Il controllo gammagrafico, in luogo di quello radiografico, può essere consentito a seguito di motivata richiesta ad ACEA.

Controllo ultrasonoro

Il controllo verrà eseguito in conformità alla norma UNI EN ISO 17640 livello almeno B. Per la caratterizzazione delle indicazioni sarà applicata la norma UNI EN ISO 23279.

Per il controllo di giunti particolari ACEA o l'Ente di controllo designato, potrà richiedere una specifica dedicata con validazione mediante appositi blocchi con difetti artificiali opportunamente posizionati.

Controllo della piolatura

Per quanto attiene alle modalità di controllo delle saldature dei pioli, valgono le seguenti prescrizioni:

Tutti i pioli saldati saranno sottoposti a esame visivo. Questo esame deve accertare la presenza continua e la regolarità del collarino di base. Tutti i pioli trovati con collarino incompleto saranno sottoposti a prove di piegamento a colpi di mazza per un angolo pari a 30°; questa stessa prova di piegamento verrà estesa almeno al % dei pioli che hanno superato l'esame visivo

Per ogni piolo rotto nel corso di quest'ultimo esame ne verranno piegati altri due Se il numero dei pioli rotti raggiunge, al termine dell'esame, il % dei pioli appartenenti alla membratura, tutti i pioli della stessa verranno piegati con piegamento alla mazza.

I pioli difettosi devono essere rimossi. La parete di acciaio cui erano uniti potrebbe essere interessata da strappi provocati dalla rimozione dei pioli. Le zone danneggiate devono essere riparate mediante molatura eseguendo scavi ben raccordati al materiale base circostante, fino alla scomparsa di ogni traccia di difetto.

Nelle parti da riparare la necessità di ripristinare o meno lo spessore primitivo mediante riporto di saldatura sarà giudicata dal Progettista Nel caso di ripristino mediante saldatura l'intervento dovrà essere eseguito con procedimento manuale

con elettrodi a rivestimento basico di diametro 3,25 mm da un saldatore certificato. Tali saldature dovranno essere eseguite con tutte le modalità previste per gli elementi strutturali (pulizia dei lembi, preriscaldo, controlli).

1.7.7.14.3 Estensione dei controlli

Prima di procedere all'esecuzione dei controlli da parte di ACEA e o dell'Ente di controllo designato, l'ESECUTORE dovrà presentare ai soggetti sopra indicati la documentazione dei controlli direttamente eseguiti, compresa la verifica del corretto assemblaggio L'estensione dei controlli non distruttivi dei giunti saldati è quella di seguito specificata.

Esame visivo

Di regola tutte le saldature dovranno essere esaminate visivamente al 100%, sia dall'ESECUTORE che dall'Ente terzo incaricato dei controlli

Giunti con cordoni d'angolo o a parziale penetrazione

Il controllo magnetoscopico sarà effettuato a cura dell'ESECUTORE sul 100% dei giunti del ponte, esibendo i relativi verbali. La percentuale di estensione si riferisce a ogni saldatura; in caso di giunti di lunghezza inferiore a 0,5 metri è ammesso il controllo al 100% del 50% dei giunti.

In sede di collaudo da parte di ACEA o di altro Ente incaricato, tale controllo sarà limitato al 30% della lunghezza di ogni cordone di ciascun giunto sia a cordoni d'angolo che a parziale penetrazione; tale estensione sarà suscettibile di aumento in relazione al tipo di procedimento di saldatura ed ai risultati del controllo stesso.

Giunti a piena penetrazione

Il controllo magnetoscopico sarà effettuato a cura dell'ESECUTORE sul 100% dei giunti a piena penetrazione testa a testa o a T. Inoltre, verrà effettuato dall'ESECUTORE l'esame radiografico e/o ultrasonoro su almeno il 50% della lunghezza di ogni giunto.

Estensioni diverse dovranno comunque essere approvate da ACEA.

Per giunti di fondamentale importanza per la statica della struttura o particolarmente sollecitati, ovvero in particolari casi in relazione alla natura ed all'entità delle sollecitazioni gli esami dovranno essere estesi al %

In sede di collaudo ACEA o l'Ente incaricato eseguirà il controllo magnetoscopico al % della lunghezza delle saldature ed il controllo ultrasonoro al 100% nonché la lettura delle lastre radiografiche.

Verifiche sui talloni di produzione

In tutte le travi saldate in officina dovranno essere previste opportune espansioni (talloni d'estremità) dello stesso materiale costituente le travi stesse. ACEA si riserva di richiedere, ove possibile, l'applicazione dei talloni anche sui giunti eseguiti in cantiere

Sui talloni di produzione si dovrà misurare la durezza in zona fusa, in zona termicamente alterata e nel metallo base su almeno il 5% dei giunti delle travi saldate, nonché valutare la corretta penetrazione della saldatura, la forma del cordone e l'assenza di difetti inaccettabili, in relazione a quanto indicato nella tabella

Le modalità e le estensioni dei controlli macrografici sui talloni d'estremità saranno definite dall'ESECUTORE mediante un'appropriata procedura da sottoporre ad approvazione da parte di ACEA, previo parere favorevole dell'Ente designato Di norma tale controllo sarà previsto su un campione almeno pari al % dei giunti realizzati in officina.

La procedura dovrà di norma prevedere l'esecuzione di macrografie su adeguati talloni anche nei casi seguenti:

- applicazione da parte dell'ESECUTORE di procedure di saldatura per le quali non abbia una consolidata esperienza applicativa;
- durante le fasi iniziali di applicazione di procedimenti automatici o robotizzati.

Le prove di durezza saranno eseguite in almeno tre punti di una stessa zona (materiale base, zona fusa, zona termicamente alterata) e dovranno accertare che in nessun punto la durezza Vickers (HV30) ecceda i limiti indicati nella procedura di certificazione.

Il taglio del tallone va effettuato previa punzonatura a cura del personale di ACEA o dell'Ente di controllo incaricato.

Nei casi in cui le travi prevedano un tratto non saldato alle estremità della giunzione anima-piattabanda, al fine di favorire la corretta esecuzione delle saldature testa a testa in cantiere, si dovrà ricorrere alla saldatura di talloni di preproduzione con i seguenti criteri.

- Per ciascuna tipologia di trave saldata saranno realizzati dei talloni di saldatura in accordo alle specifiche di procedimento previste per la produzione e qualificate in accordo alla presente sezione di capitolato, utilizzando materiali di commessa;
- Le differenti tipologie di travi saranno individuate per qualità del materiale base, spessori delle lamiere, tipo e dimensioni dei giunti, processo ed impianto di saldatura utilizzato.

I saggi, della lunghezza minima di 500 mm, saranno sottoposti al controllo macrografico su tre sezioni (ad inizio, centro e fine del tallone) per la verifica della geometria e delle dimensioni del giunto, in accordo alla norma UNI EN ISO 5817 livello di qualità funzione della classe di esecuzione, ed il controllo delle durezze secondo le indicazioni della norma UNI EN ISO 15614-

I talloni saranno realizzati prima dell'inizio della produzione Eventuali esecuzioni di ulteriori talloni durante la fabbricazione e/o il montaggio in opera potranno essere richiesti da ACEA.

1.7.7.14.4 Intensificazione dei controlli per esito negativo

Qualora vengano rilevate delle anomalie con i controlli strumentali eseguiti a campione, i controlli verranno intensificati. Di regola verrà esaminato un tratto di saldatura a cavallo della zona difettosa non inferiore a 1000 mm, oppure, nel caso di giunti corti, due giunti adiacenti a quello difettoso eseguiti dallo stesso saldatore o operatore. In caso di ulteriori difetti il controllo verrà esteso al 100% della saldatura (o delle saldature simili per giunto corti Nel caso di difetti planari l'estensione al % sarà immediata

Per l'estensione verrà utilizzato almeno il medesimo metodo che ha rilevato il difetto

Nel caso in cui il numero delle riparazioni sia elevato oppure vengano riscontrati difetti inaccettabili con carattere di sistematicità, gli elementi strutturali od i giunti in questione saranno scartati.

Quando la presenza di difetti sistematici non sia attribuibile a cattiva modalità esecutiva oppure ad imperizia del saldatore o dell'operatore della macchina, l'ESECUTORE dovrà ripetere il procedimento di qualifica.

In ogni caso l'ESECUTORE provvederà al rifacimento dei giunti scartati; i nuovi giunti dovranno essere ricontrollati con il medesimo metodo che ha rilevato il difetto, con estensione percentuale doppia rispetto a quella inizialmente prescritta.

1.7.7.15 Qualità delle saldature

Tutte le saldature devono essere regolari, ben raccordate al materiale base e senza eccesso di sovrametallo. I criteri di accettabilità dei difetti sono precisati nella tabella di seguito riportata.

Classi di esecuzione	Livelli di qualità ai sensi della UNI EN ISO 5817
EXC2	C
EXC3	B
EXC4	B+

Per livello di qualità B+ si intende il livello di qualità B con gli ulteriori requisiti di cui al prospetto 17 della UNI EN 1090.

La qualità delle saldature esaminate visivamente, con liquidi penetranti e con controllo magnetoscopico deve essere rispondente in generale ai criteri di accettabilità stabiliti nella precedente tabella.

ACEA si riserva la facoltà di stabilire criteri e valori diversi da quelli riportati nella suddetta norma qualora lo ritenessero opportuno in fase di approvazione del progetto delle saldature.

I criteri di accettabilità dei difetti rilevati con l'esame radiografico sono quelli stabiliti dalla norma UNI EN 12517 livello 1.

I criteri di accettabilità dei difetti da applicare alle indicazioni rilevate al controllo ultrasonoro dovranno rispettare le prescrizioni della norma UNI EN 1712 livello 2 con la precisazione che non sono ammessi difetti planari (valutati in accordo alla UNI EN 1713).

1.7.7.16 Modalità di riparazione

1.7.7.16.1 Riparazione senza nuove saldature

Difetti superficiali e di profilo potranno essere eliminati anche senza eseguire altre saldature purché la profondità dei difetti non superi il 10% dello spessore interessato e comunque con un massimo di 2 mm.

L'eliminazione del difetto verrà ottenuta mediante molatura; ciò dovrà essere verificato con accurato esame visivo e, in caso dubbio, con esame magnetoscopico e/o liquidi penetranti; la superficie dello scavo dovrà risultare ben raccordata col materiale contiguo.

1.7.7.16.2 Riparazione con saldatura

L'ESECUTORE dovrà redigere una o più procedure di riparazione dei giunti saldati a mezzo saldatura, e sottoporle ad approvazione come le procedure di esecuzione delle saldature.

Tali procedure dovranno contenere almeno le modalità e i mezzi da adottare per gli scavi, la temperatura di preriscaldo e tutto quanto attiene al procedimento di saldatura previsto che dovrà essere qualificato.

Nel caso in cui una riparazione debba essere ripetuta più di due volte l'ESECUTORE dovrà provvedere a redigere una non conformità e informare l'Ente di controllo incaricato Il caso verrà esaminato al fine di capire i motivi dell'insuccesso (errata valutazione della posizione del difetto, scarsa abilità dei saldatori impiegati, parametri del procedimento di saldatura impiegato scorretti, problemi di accessibilità al giunto… e di valutare la necessità di prove e/o indagini particolari sul giunto in questione.

1.7.7.16.3 Esecuzione degli scavi

Gli scavi saranno eseguiti con mola oppure con elettrodo di carbone e soffio d'aria compressa (arc-air,) seguita da molatura di regolarizzazione e asportazione dello strato carburato L'uso dell'arc – air dovrà essere preceduto dall'applicazione di un preriscaldo di °C superiore rispetto a quello previsto per la saldatura del giunto oggetto dell'intervento. Le superfici dello scavo dovranno soddisfare i requisiti già descritti al punto precedente.

1.7.7.16.4 Modalità esecutive delle riparazioni

La temperatura di preriscaldo sarà, come per la puntatura, di °C superiore a quella prevista, per l'esecuzione del giunto, dalla procedura di saldatura approvata.

Il procedimento di saldatura da adottare sarà di norma quello manuale con elettrodi a rivestimento basico, di caratteristiche chimiche e meccaniche simili a quelle del materiale base.

Potrà essere utilizzato il procedimento a filo continuo animato per riparare giunti saldati con scavi di lunghezza superiore a 250 mm.

Per tutto quanto attiene alla conservazione dei materiali di apporto ed alla tecnica esecutiva valgono le indicazioni già espresse per le saldature di produzione.

Non è ammesso l'uso di cordoncini molto tirati (apporto termico specifico HI < KJ mm per riempire scavi od incisioni per evitare eccessive durezze locali. Le riparazioni dovranno dare luogo a superfici lisce e ben raccordate con il materiale adiacente; se necessario, i cordoni di riporto o riparazione verranno lisciati con mola o fresa a bottone.

A titolo di esempio potranno essere seguite modalità di riparazione come quelle di seguito indicate:

per eliminare difetti non accettabili tipo "overlap" o eccessiva convessità: ridurre l'eccesso di metallo depositato rimuovendolo mediante mola;

- per eliminare difetti non accettabili tipo eccessiva concavità, crateri, cordoni sottodimensionati o incisioni: molatura di raccordo e saldatura fino ad ottenere un corretto profilo. La saldatura apportata per compensare il

cordone sottodimensionato deve essere depositata con le prescrizioni delle riparazioni;

- per eliminare difetti non accettabili come inclusioni di scoria o eccessiva porosità: rimuovere i tratti difettosi con "arc – air" seguito da molatura e riportare saldatura fino ad ottenere un corretto profilo;
- per eliminare difetti non accettabili tipo cricche in saldatura o in zona termicamente alterata: rimuovere il tratto difettoso per una lunghezza, oltre le estremità della cricca, pari almeno alla lunghezza della cricca stessa con un massimo di 50 mm, curare la correttezza della forma dello scavo e procedere alla saldatura con le modalità di cui ai paragrafi precedenti.

1.7.7.16.5 Controlli dopo la riparazione

Ogni riparazione eseguita con o senza saldatura dovrà essere ricontrollata almeno con il medesimo metodo che ha rilevato il difetto; le zone sulle quali sono stati rilevati difetti inaccettabili con i controlli radiografici o ultrasonori dovranno essere nuovamente controllati con lo stesso metodo che ha rilevato i difetti, in caso di dubbi i due metodi potranno essere integrati.

1.7.7.16.6 Resoconto delle attività di saldatura

Dovrà essere compilato, a cura dell'ESECUTORE e secondo la UNI EN ISO 3834, un diario dei lavori di saldatura dal quale risultino tutte le particolarità e le circostanze secondo cui i lavori si svolgono.

I diari dovranno contenere un elenco di tutte le saldature eseguite, le riparazioni, i nomi dei saldatori, il procedimento di saldatura (parametri, materiali, preriscaldi, ecc.) gli eventuali controlli intermedi e quant'altro possa ritenersi utile di particolare registrazione.

I diari dovranno essere firmati dal Coordinatore di saldatura dell'ESECUTORE che si rende garante della loro esattezza.

Essi dovranno essere esibiti in visione agli incaricati del controllo alla fine dei lavori; copia dei diari sarà consegnata all'incaricato di ACEA per gli usi di collaudo e per essere conservata nell'incartamento del lavoro.

1.7.7.16.7 Controllo della geometria dei profili composti saldati

I controlli sulla geometria degli elementi dovranno essere eseguiti e certificati dall'ufficio qualità dell'ESECUTORE

Per quanto riguarda le tolleranze geometriche, si farà riferimento a quanto indicato nell'appendice D della norma UNI EN 1090-

1.7.8 MONTAGGIO IN OPERA

1.7.8.1 Prescrizioni generali

L'ESECUTORE, dovrà inviare ad ACEA il programma e il progetto particolareggiato secondo il quale intende provvedere alle operazioni di montaggio e posa in opera della struttura metallica tenendo conto che dovrà essere sempre previsto un piano inferiore alla struttura per la sicurezza degli operai e per un agevole controllo dei lavori della struttura assemblata.

Detto programma e progetto dovrà riportare l'approvazione di ACEA che si riservano di introdurvi tutte le modifiche per assicurare, con la più ampia garanzia, la perfetta riuscita delle operazioni di montaggio e o dell'eventuale varo se previsto

In caso di strutture interessanti l'esercizio ferroviario, tutte le operazioni ed i macchinari da utilizzare non dovranno interferire con la regolarità e la sicurezza dell'esercizio

Durante la fase di montaggio in opera, oltre le verifiche da effettuare già descritte nel precedente par. (se attinenti al tipo di opera), dovranno essere controllati i lavori onde verificare che non avvengano difetti del tipo frequentemente riscontrati quali quelli appresso indicati:

- inversione o scambio di posizione degli elementi;
- correzioni di forma con fiamma e conseguente forzatura degli elementi;
- mancato inserimento di imbottiture previste in progetto;
- superfici da coprigiuntare non pulite;
- chiodi non ribaditi correttamente;

- bulloni non serrati correttamente;
- sequenze operative non rispettate per la chiodatura e bullonatura (es. dall'interno verso l'esterno dei coprigiunti);
- esecuzione e/o allargamento di fori con fiamma;
- elementi assemblati fuori squadro (orizzontale e verticale);
- fori non corrispondenti;
- sostegni provvisori della struttura non stabili;
- assiemaggio degli elementi con punti di saldature;
- saldature in opera non previste e non eseguite correttamente;
- saldature eseguite su superfici ossidate, verniciate, zincate o comunque non preparate adeguatamente;
- inserimento di imbottiture di dimensioni non adeguate (ad esempio solo tra le superfici a vista -parti esterne);
- non ripristino della verniciatura delle superfici sottostanti alle zone piolate;
- saldatura dei connettori senza adeguato preriscaldo del materiale e senza preparazione delle superfici;
- inserimento di bulloni di dimensioni e lunghezze non conformi al progetto;
- sostituzione di elementi deformati, inservibili o comunque mancanti con altri con caratteristiche meccaniche e chimiche non certe;
- riparazione di elementi con operazioni che ne compromettono la integrità;
- saldature in opera non autorizzate;
- saldature incomplete dei connettori (collarini);
- vernici non aderenti al supporto;
- verniciature eseguite in opera in difformità del ciclo approvato;
- adozione di procedimenti di saldatura non idonei in fase di montaggio;
- mancata pulizia dei fori di scarico delle acque;

- puntature di tondi per c.a. sui connettori o sulle piattabande delle strutture miste acciaio-calcestruzzo;
- mancata complanarità degli appoggi definitivi;
- movimentazione di materiale con dispositivi tali da deformare e/o incidere il materiale
- (es. incisioni da pinze ammorsatrici);
- mancata pulizia (sabbiatura) della superficie delle piattabande superiori nelle strutture miste acciaio- calcestruzzo;
- difetti conseguenti ad un non corretto trasporto in opera dei materiali;
- difetti e distorsioni in alcuni elementi strutturali a seguito di una errata posa in opera delle strutture, in particolare modo nei vari.

Al termine del montaggio in opera ACEA rilascerà apposito benestare affinché si possa dar corso all'applicazione delle successive mani di pittura previste dal ciclo di verniciatura richiesto

1.7.8.2 Saldature in fase di montaggio in cantiere

Nel piano di controllo della qualità si dovrà prevedere la presenza di un rappresentante di ACEA e/o dell'Ente di Controllo designato, durante la saldatura in cantiere dei giunti testa a testa degli elementi strutturali più significativi.

Per le saldature in fase di montaggio in cantiere valgono tutte le prescrizioni concernenti i particolari strutturali, le procedure di saldatura e le modalità di conservazione dei materiali base e di apporto, le modalità esecutive, il personale impegnato nelle attività di saldatura, nonché la qualità dei giunti saldati ed il loro collaudo indicati ai punti precedenti.

Particolare riguardo andrà posto alla protezione dei lembi del cianfrino dalla ossidazione ed alla predisposizione di opportuni ripari durante le fasi di saldatura, prevedendo l'uso di idonee attrezzature; quest'ultima esigenza acquista maggiore rilevanza quando sia previsto l'impiego di procedimenti di saldatura diversi dall'elettrodo rivestito; in tal caso verrà preparata, a cura dell'ESECUTORE,

un'adeguata procedura che dovrà descrivere le modalità di protezione dagli agenti atmosferici delle zone interessate dall'esecuzione delle saldature.

Dovrà essere posta la massima cura nello studio e nella realizzazione dell'assiemaggio dei giunti e nella preparazione dei lembi, al fine di consentire la corretta esecuzione dei giunti stessi. In ogni caso, prima della saldatura, dovrà essere eseguito dall'Ente designato il controllo del cianfrino con rilievo della luce del giunto da saldare in opera per la verifica della corrispondenza con quanto riportato nel quaderno delle saldature approvato.

Il procedimento di saldatura previsto per le saldature al montaggio sarà generalmente quello manuale con elettrodi rivestiti basici omologati, simili, per caratteristiche meccaniche e chimiche, al materiale base. Altri procedimento dovranno essere autorizzati preventivamente da ACEA.

I saldatori dovranno essere qualificati per la posizione di saldatura di lavoro. Potrà essere richiesta una verifica dell'abilità operativa in cantiere, specie in presenza di giunzioni particolarmente importanti o da eseguirsi in posizioni non agevoli, mediante la realizzazione di talloni di pre - produzione.

I giunti eseguiti in cantiere verranno controllati con modalità analoghe a quelle previste per i giunti di officina; valgono i medesimi criteri sull'estensione dei controlli per esito sfavorevole. Comunque, i giunti testa a testa delle strutture principali eseguiti in opera dovranno essere controllati con metodo magnetoscopico, radiografico ed ultrasonoro.

Sui giunti in acciaio di classe di resistenza S355 o inferiore, i controlli non distruttivi dovranno essere eseguiti non prima di ore dopo l'ultimazione delle operazioni di saldatura se lo spessore combinato Sc è maggiore di 100 mm. Per gli acciai a resistenza superiore i controlli dovranno essere eseguiti in ogni caso non prima di ore dopo l'ultimazione delle operazioni di saldatura

1.7.9 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

1.7.9.1 Generalita'

Il presente capitolo definisce i requisiti relativi al processo di protezione contro la corrosione delle opere metalliche nuove, nonché per la manutenzione di quelle

esistenti attraverso impiego di sistemi di verniciatura o rivestimenti metallici (es.: zincatura). Le prescrizioni riportate nel seguito si applicano a tutte le classi di esecuzione indicate ad eccezione dei componenti metallici realizzati in acciaio inossidabile.

1.7.9.2 Zincatura a caldo

La zincatura a caldo è un processo, che permette la formazione di un rivestimento di zinco su oggetti di acciaio attraverso un processo d'immersione a caldo. Questo tipo di protezione permette la formazione di uno strato di lega intermedio zinco-ferro con proprietà di durezza e resistenza maggiori di quella del ferro.

La zincatura a caldo dovrà essere effettuata in conformità alla EN ISO 1461, nella quale vengono definiti gli spessori di rivestimento minimi previsti, riportati in forme tabellare in funzione dei differenti spessori del manufatto di acciaio zincato, per diversi tipi di pezzi trattati. Vengono parimenti indicati i metodi di prova per le verifiche di tali spessori ed la procedura di campionatura relativa Inoltre, vengono stabiliti l'aspetto e le caratteristiche finali che la zincatura deve possedere. Sul rivestimento infatti dovranno essere assenti bolle, punte, aree scoperte, eccessiva ruvidità, residui di flussante; eventuali presenze di ceneri o gocce di zinco, che dovranno necessariamente essere contenute per quanto le difficoltà di lavorazione lo permettano, devono trovarsi in posizioni tali da non interferire con l'efficace utilizzo del manufatto Piccole rugosità superficiali, piccoli noduli di zinco saranno di norma tollerati. Eventuali parti taglienti che possono costituire un rischio, dovranno essere rimosse.

La norma UNI EN ISO 14713 rappresenta il riferimento generale per le proprietà del rivestimento di zincatura in termini di ambienti di utilizzo, durabilità e progettazione, nonché la qualità degli acciai da sottoporre a zincatura.

Di regola, tutti gli acciai da costruzione possono essere zincati a caldo. Tuttavia alcuni elementi derivanti dal ciclo di produzione dell'acciaio possono alterare la formazione della lega ferro-zinco, come ad esempio silicio e fosforo.

La zincatura a caldo di acciai che presentano percentuali di silicio e fosforo fuori dai limiti potrebbe risultare con:

- aspetto non brillante
- colore opaco-scuro
- puntinatura
- presenza di macchie, retinatura
- sovraspessore del rivestimento di zinco con conseguente infragilimento e sfogliatura

Nei casi di strutture scatolari è necessario che durante l'immersione nel bagno di zinco esso possa penetrare liberamente e rapidamente all'interno dei profilati facendo in modo che nello stesso tempo venga eliminata del tutto l'aria all'interno delle strutture stesse Ogni profilato dovrà permettere quindi, nello stesso momento l'entrata dello zinco e l'uscita dell'aria da apposite aperture praticate sul profilato stesso

1.7.9.2.1 Preparazione superficiale

Per la rimozione di chiazze e strati contaminati, quali ruggine e calamina, prodotti dell'ossidazione ed altre sostanze estranee come saponi, oli, vernici, scorie di saldatura e residui di lavorazioni precedenti, di regola si dovrà sottoporre il pezzo da zincare a trattamenti chimici di sgrassaggio e decapaggio.

In casi particolari, in cui i pezzi si presentino particolarmente contaminati o sporchi, si potrà ricorrere alla pulizia meccanica, attraverso molatura, spazzolatura o sabbiatura.

Relativamente alle lavorazioni di taglio e arrotondamento degli spigoli, valgono le prescrizioni precedenti.

1.7.9.3 Verniciatura

1.7.9.3.1 Prescrizioni e controlli in fase di applicazione

1.7.9.3.2 Prescrizioni generali

Si definisce ciclo di verniciatura un sistema composto da uno o più prodotti vernicianti applicati in progressione secondo specifiche condizioni. Il ciclo di verniciatura da applicare sulle opere oggetto del presente capitolato dovrà essere

scelto dall'ESECUTORE tra quelli omologati da ACEA L'elenco di suddetti cicli potrà essere richiesto alla Struttura che ha emanato il presente Capitolato.

Il ciclo dovrà essere scelto in funzione dell'ambiente atmosferico cui l'opera è destinata, sulla base delle indicazioni fornite al riguardo dal progettista dell'opera, salvo diverse indicazioni di ACEA. Nella seguente tabella sono indicate le classi di corrosività relative ai vari ambienti atmosferici con il corrispondente spessore minimo del film protettivo.

Descrizione dell'ambiente	Classe di corrosività	Spessore nominale del film secco
Ambienti con basso livello di inquinamento (ad esempio, le aree rurali). Ambienti urbani e industriali, con modesto inquinamento da anidride solforosa. Zone costiere con bassa salinità.	C3	200 µm (µm con primer zincante)
Aree industriali e zone costiere con moderata salinità.	C4	280 µm (240 µm con primer zincante)
Aree industriali con alta umidità e atmosfera aggressiva (distanza da aree	C5-I	320 µm
Zone costiere con alta salinità (distanza dalla costa inferiore a 500 m)	C5-M	320 µm

Classi di corrosività e requisiti minimi per cicli di verniciatura su substrato in acciaio

Relativamente ai cicli di verniciatura su substrato in acciaio zincato a caldo, di seguito si riportano i requisiti minimi di spessore in funzione delle classi di corrosività:

Classe di corrosività	C3	C4	C5-M e C5- I

Spessore nominale del film secco	µm	µm	µm

Classi di corrosività e requisiti minimi per cicli di verniciatura su substrato in acciaio zincato a caldo

Per quanto non specificato nella presente norma per i cicli di verniciatura su substrato in acciaio zincato a caldo, si rimanda al prospetto A.9 della norma UNI EN ISO 12944-

I cicli di verniciatura su substrato in acciaio dovranno avere una durabilità, intesa come durata dell'efficacia di una verniciatura protettiva fino al primo intervento importante di manutenzione, "alta" (durata superiore a anni) ai sensi di quanto indicato nella norma UNI EN ISO 12944-1. I cicli di verniciatura per la protezione di strutture zincate a caldo e quelli per apparecchi d'appoggio dovranno invece avere almeno una durabilità "media" (durata compresa tra e anni

Per tutti i cicli di verniciatura è previsto un limite superiore del numero di mani, pari a 3.

In tutti i lavori di manutenzione di opere esistenti, l'ESECUTORE dovrà utilizzare esclusivamente un ciclo di verniciatura di tipo manutentivo, tra quelli omologati da ACEA.

I prodotti vernicianti dovranno provenire da PRODUTTORE in possesso delle certificazioni UNI-EN ISO 9001 e UNI EN ISO 14001.

Le prove e i controlli dovranno essere svolte alla presenza di un ispettore di ACEA, presso laboratori accreditati in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 (per le singole tipologie di prove da effettuare) da Organismi autorizzati dallo Stato a svolgere attività di accreditamento. L'interpretazione degli esiti delle prove dovrà essere effettuata da un ispettore qualificato NACE o FROSIO, interno al laboratorio o incaricato a spese del laboratorio stesso.

1.7.9.3.3 Condizioni di fornitura

I prodotti vernicianti dovranno essere forniti in condizioni tali da essere pronti per l'impiego seguendo le modalità di applicazione specificate nelle relative schede tecniche.

Per ciascuna fornitura l'ESECUTORE dovrà consegnare a ACEA, unitamente alla bolla di consegna, la dichiarazione del PRODUTTORE attestante la conformità della pittura a quella corrispondente omologata.

1.7.9.3.4 Modalità di stoccaggio

Se non diversamente specificato nelle istruzioni del PRODUTTORE o nelle specifiche dei lavori, i prodotti vernicianti dovranno essere immagazzinati, in ambienti chiusi o quantomeno coperti, a temperature comprese tra °C e °C Particolare attenzione dovrà essere rivolta ai prodotti a base d'acqua che il gelo può rendere inutilizzabili.

I prodotti vernicianti stoccati in luoghi freddi dovranno essere posti, 24 ore prima del loro utilizzo, in un locale con temperatura di almeno 15°C, onde evitare che vengano utilizzati con viscosità inadeguata e con tempi di reticolazione eccessivamente lunghi.

I prodotti dovranno essere conservati nei contenitori originali sigillati fino al momento dell'impiego ed essere accessibili ai rappresentanti di ACEA per gli opportuni controlli.

1.7.9.3.5 Preparazione delle superfici

Il profilo superficiale dei substrati influenza l'adesione del rivestimento, pertanto sarà necessario preparare adeguatamente le superfici da verniciare, garantendo una rugosità superficiale riconducibile ad un profilo "medio G" per le strutture nuove oppure "medio S" per le esistenti, come definiti nella norma UNI EN ISO

Prima di procedere alla preparazione delle superfici, si dovrà eliminare: olio, grasso, sali, impurezze e altri contaminanti con metodi appropriati (vedi appendici A e C all'UNI EN ISO -

Di seguito si riportano le diverse preparazioni superficiali per ciascuna tipologia e condizione del substrato.

Strutture metalliche nuove

La preparazione superficiale consiste nella rimozione della ruggine e della calamina mediante sabbiatura con abrasivo sintetico o metallico di adeguata granulometria, privo di silice libera, sino al raggiungimento del grado Sa 2½ (metallo quasi bianco) ai sensi della norma UNI EN ISO 8501. Dovranno essere eliminati, preliminarmente con molatura, tutte le eventuali incisioni presenti sia sulle superfici degli elementi che sui bordi, provocate dall'ossitaglio

Strutture metalliche nuove zincate a caldo

La preparazione superficiale consiste nello sgrassaggio con idonei detergenti biodegradabili e nella spazzolatura, smerigliatura e carteggiatura mediante utensili manuali o meccanici.

Ove possibile, a giudizio di ACEA, la preparazione delle superfici zincate potrà essere effettuata mediante sabbiatura di spazzolatura (Norma 12944-4) usando un abrasivo non metallico.

Strutture metalliche esistenti

La preparazione superficiale consiste nella spazzolatura, smerigliatura e carteggiatura mediante utensili manuali o meccanici, per la rimozione di ruggine, calamina, vecchie pitture non aderenti e vescicature sino al raggiungimento del grado St 3 ai sensi della norma UNI EN ISO 8501.

La preparazione delle superfici potrà anche essere effettuata mediante sabbiatura sino al raggiungimento del grado Sa 2 ai sensi della norma UNI EN ISO 8501, salvo diverse indicazioni del PRODUTTORE o da ACEA.

Strutture metalliche esistenti zincate a caldo

La preparazione superficiale di superfici zincate a caldo, di norma sarà effettuata attraverso idrolavaggio a bassa pressione (<350 bar) per non intaccare lo spessore della zincatura.

1.7.9.3.6 Controlli

Non potrà procedersi alle operazioni di verniciatura in assenza della verifica di conformità dei prodotti vernicianti con quelli omologati A tale scopo, l'ESECUTORE

ha l'obbligo di approvvigionare tempestivamente tutti i prodotti per la verniciatura, in modo da consentire a ACEA il prelievo di due campioni di ciascun prodotto (ai sensi della norma UNI EN ISO 1512) per la suddetta verifica di conformità. Tali prove dovranno effettuarsi presso un laboratorio, da individuare in base alle indicazioni fornite, a cura e spese dello stesso ESECUTORE.

ACEA apporrà su ogni barattolo, contenente la pittura o il relativo catalizzatore, il nome, il codice e il lotto di fornitura del prodotto. Tali informazioni dovranno essere riportate anche sulla lettera di accompagnamento, redatta dall'ESECUTORE, per l'invio dei campioni

Sul campione prelevato si dovrà effettuare:

- analisi qualitativa attraverso spettrofotometria infrarossa, con la quale avere informazioni qualitative sui gruppi funzionali presenti nelle molecole che formano il campione e quindi, indirettamente, sulle molecole stesse. L'analisi dovrà essere effettuata di regola sul prodotto base e sul catalizzatore. ACEA si riserva la possibilità di effettuarla anche sul prodotto catalizzato.
- Analisi quantitativa al fine di determinare la composizione del prodotto.

Lo spettro infrarosso ottenuto dal campione prelevato dovrà essere corrispondente in termini di posizione, intensità e forma della banda di assorbimento a quello depositato presso ACEA in fase di omologazione. Relativamente alle determinazioni quantitative, non saranno ammessi scostamenti maggiori del 5% tra i dati ottenuti dal campione prelevato e quelli depositati presso ACEA in fase di omologazione.

La composizione del prodotto verniciante, salvo ulteriori più severe prescrizioni, dovrà comunque essere esente da ammine aromatiche, da metalli pesanti (sono ammesse lievi impurezze non superiori allo 0.05%) e da cianuri. In particolare, dovranno risultare assenti: ossidi e sali di piombo e di cromo, solventi clorurati e benzene (legge n° 245 del 5.3.63). Per i carbonati è ammessa la presenza di tracce come impurezza (< 3% sulla pittura).

Si fa presente che al fine di produrre risultati analitici accettabili le campionature di vernici dovranno essere analizzate entro un tempo massimo di mesi dall'invio al laboratorio e comunque entro la data di scadenza apposta sul barattolo.

Oltre ai controlli preventivi sui materiali descritti in precedenza, ACEA potrà effettuare a proprio insindacabile giudizio i seguenti controlli su ogni fase dei lavori di verniciatura, in particolare:

Prima dell'applicazione

- accertamento, mediante una lunga spatola, che il prodotto verniciante nel contenitore si presenti privo di alterazioni irreversibili quali gelatinizzazione della massa, sedimento duro indisperdibile, geletti di resina o grumetti di pigmento non disperdibili, pelle superficiale;
- accertamento visivo della corretta preparazione della superficie da trattare;
- verifica della rispondenza dei mezzi e delle apparecchiature alle prescrizioni delle schede tecniche; Sul film essiccato
- accertamento visivo dell'assenza di colature, festonature, bolle, raggrinzimenti, macchie, disuniformità di tinta o di brillantezza;
- controllo dello spessore delle singole mani e totale, secondo UNI EN ISO 2808. Il valore "medio" dello spessore rilevato non deve essere inferiore a quello nominale di omologazione e ciascun "singolo" valore rilevato non deve essere inferiore all' % del valore nominale di omologazione;
- controllo dell'aderenza effettuato mediante pull-off secondo UNI EN 4624. Come requisito, non è ammessa nessuna rottura a meno che i valori di trazione siano 4 MPa o maggiori.

Il numero dei controlli sarà effettuato a discrezione di ACEA in relazione all'entità del lavoro ed all'esito dei primi accertamenti.

1.7.9.3.7 Applicazione dei prodotti

I prodotti vernicianti dovranno essere impiegati solamente previa autorizzazione di ACEA a seguito dell'esito positivo delle prove.

Al momento dell'apertura del contenitore, il prodotto verniciante dovrà presentarsi senza difetti, degradamenti di sorta, quali sedimentazione irreversibile del pigmento, formazione di pelli, impolmonimento, gelatinizzazione, addensamento, presenza di mucillagine etc. E' comunque sempre indispensabile omogeneizzare la massa, preferibilmente con agitatori meccanici, e poi procedere alla filtrazione con apposite reti per allontanare qualsiasi eventuale grumo. Nel caso di pitture a due componenti si dovranno omogeneizzare separatamente base ed induritore e mescolarli successivamente fra loro, tassativamente nelle proporzioni indicate dal fornitore.

La diluizione è consentita solo se prescritta dal colorificio: in tal caso dovrà essere effettuata esclusivamente con i diluenti prescritti, nella percentuale e con le modalità indicate dallo stesso e comunque sempre in modo tale da ottenere, per ogni singola mano, gli spessori richiesti a film secco.

Per assicurare la protezione richiesta alla verniciatura, le condizioni ambientali del sito dovranno essere controllate per verificare la loro conformità ai requisiti forniti dalla scheda tecnica del PRODUTTORE per quel particolare prodotto verniciante.

Durante i lavori di verniciatura si dovrà prestare attenzione che non vi siano influenze esterne che possano provocare una riduzione della qualità del film protettivo. I lavori di verniciatura dovranno essere effettuati in una zona separata da quella adibita a lavori di altro tipo (sabbiatura, saldatura, etc… Se durante l'applicazione sopravvengono condizioni atmosferiche avverse, occorre sospendere i lavori e proteggere quanto meglio è possibile le zone verniciate di fresco.

Le temperature minime e massime ammissibili della superficie da verniciare e dell'aria circostante dovranno essere conformi a quelle specificate nella scheda tecnica del PRODUTTORE.

Fatto salvo quanto detto, in ogni caso non potranno effettuarsi i lavori in condizioni diverse da quelle sotto elencate:

- temperatura dell'aria e delle superfici da verniciare comprese tra +5° C e +35° C;
- umidità relativa non superiore all' %;

- assenza di vento con particelle o polveri in sospensione, di fumi o di vapori aggressivi. Inoltre:
- le superfici devono essere completamente asciutte,
- la verniciatura deve essere programmata in modo che polvere, intemperie, condensa ed altri contaminanti non cadano sulle superfici appena verniciate.

L'applicazione delle pitture dovrà essere eseguita da personale specializzato con mezzi adeguati alla tipologia di lavoro da eseguire e secondo le prescrizioni del PRODUTTORE e nel rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza fornite nelle schede tecniche e definite da ACEA; la prima mano dovrà essere applicata non oltre 12 ore dall'ultimazione dell'operazione di preparazione e/o pulitura per evitare fenomeni di flash rust.

Ciascuna mano dovrà essere applicata con lo spessore per essa indicato nel ciclo omologato e pertanto l'operatore dovrà disporre di spessimetri ad umido per verificare la corretta applicazione.

L'applicazione non dovrà dar luogo a colature e sgocciolamenti, che dovranno eventualmente essere tempestivamente eliminati a film ancora bagnato.

Ciascuna mano dovrà essere essiccata prima di applicare la mano successiva; i tempi di sovrapplicazione sono quelli riportati nelle schede tecniche relative.

Dopo l'applicazione dell'ultimo strato di finitura il supporto deve presentarsi completamente ricoperto, di tonalità omogenea e di aspetto uniforme.

Per i cicli su strutture nuove la prima mano di fondo sarà applicata in officina e le successive mani, a completamento del ciclo, in cantiere una volta completato il montaggio.

Dopo l'applicazione della mano di fondo, sarà possibile immagazzinare in officina le nuove strutture per un periodo massimo di sei mesi, dopo il quale, qualora non sia ancora possibile procedere con il montaggio in opera e con l'applicazione delle mani residue, si dovrà procedere ad una nuova applicazione della mano di fondo, previa preparazione superficiale.

1.7.9.3.8 Colore

Il colore di ciascuna mano del ciclo di verniciatura deve essere tale da distinguersi dal precedente e dovrà corrispondere a quello indicato da ACEA.

1.7.9.3.9 Protezione per la spedizione

La movimentazione, l'accatastamento e la spedizione degli elementi pitturati dovranno essere effettuate con tutte le precauzioni necessarie a non arrecare danni ad essi ed alla loro protezione.

Le corde per imballaggio non dovranno essere in contatto con il materiale; ove possibile tra i due dovrà essere interposto uno spessore di legno o altri elementi che impediscano danni allo strato di protezione.

Se durante il carico per la spedizione, lo stato protettivo in alcune parti si deteriorasse queste dovranno essere nuovamente protette.

1.7.9.3.10 Ritocchi

Durante il montaggio dovranno essere tempestivamente eseguiti i ritocchi necessari per ripristinare tutte le parti verniciate, danneggiate da saldature, escoriazioni o altro.

Di norma i ritocchi saranno eseguiti preparando la superficie mediante spazzolatura fino al grado ST 3 secondo la norma UNI EN ISO 8501. I prodotti da impiegare per i ritocchi saranno gli stessi del ciclo applicato sia nel numero delle mani che negli spessori; eventuali modalità diverse dovranno essere sottoposte al preventivo benestare di ACEA.

L'esecuzione dei ritocchi, sia in fase di preparazione della superficie che in fase di pitturazione, non dovrà causare alcun danno alle superfici limitrofe; i ritocchi vanno estesi in modo tale da eliminare qualsiasi traccia di corrosione sotto pellicolare.

1.7.9.3.11 Garanzia

L'ESECUTORE, per la durata indicata nel contratto e comunque per un periodo non inferiore a cinque anni, è tenuto a garantire che sia i materiali sia l'applicazione siano esenti da vizi, difetti o difformità Per tutelare tale garanzia, ACEA potrà

chiedere all'appaltatore una polizza assicurativa indennitaria a copertura della garanzia richiesta.

La durata della garanzia, in accordo con le Condizioni Generali di Contratto, decorre dall'emissione del certificato di regolare esecuzione.

Durante detto periodo di garanzia l'ESECUTORE sarà tenuto a riparare o a rifare, a propria cura e spese, quelle parti che risultassero non eseguite a perfetta regola d'arte o difettose per inadeguatezza di preparazione delle superfici, di applicazione delle pitture o insufficiente resistenza di queste agli agenti atmosferici, mostrando difetti quali distacchi, screpolature, scagliature, colature, insaccature o affioramenti di ruggine.

Al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera, se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia superano il 20% della superficie totale, l'ESECUTORE sarà tenuto ad eseguire, a propria cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura.

Classe di corrosività come definita nella ISO 12944-	*Prova di invecchiamento artificiale in nebbia salina*
C3	480 h
C4	720 h
C5-I	1440 h
C5-M	1440 h

Prospetto della durata della prova di invecchiamento artificiale

Non è ammessa propagazione della corrosione oltre i mm dall'intaglio e il grado di blistering sarà ritenuto accettabile solo se uguale o superiore a " medium" ai sensi della norma ASTM D714. Dopo il processo di invecchiamento artificiale, è prevista la valutazione dello stato della superficie del provino ai sensi della norma UNI EN ISO e il requisito da soddisfare dovrà essere l'assenza di fenomeni di vescicamento, arrugginimento, screpolatura e sfogliamento.

Dopo un ricondizionamento di 24 h (in atmosfera normale a circa 23 °C e 50 % di umidità relativa), dovrà essere effettuata una prova di aderenza ai sensi della norma UNI EN ISO 2409 (metodo della quadrettatura) e il requisito da soddisfare è il raggiungimento del grado di classificazione sul primer e sull'intero ciclo, ai sensi della citata norma. Come in precedenza, se lo spessore della pellicola secca della

verniciatura è maggiore di 200 µm, dovrà essere effettuata la prova di aderenza per trazione ai sensi della norma UNI EN ISO 4624 (Pull-off) invece della prova prevista nella norma UNI EN ISO 2409. Come requisito, non è ammessa nessuna rottura, a meno che i valori di trazione siano 4 MPa o maggiori.

2 PARATIE

2.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente sezione è parte integrante del Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili.

2.1.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente sezione del capitolato si applica alle seguenti tipologie di paratie:

- Pali accostati/secanti
- Diaframmi in c.a.
- Palancolate metalliche ed in c.a. prefabbricate.

L'utilizzo di palancole in acciaio è limitato alle sole opere provvisionali; per opere permanenti si farà ricorso a diaframmi in c.a. o paratie di pali, sempre in c.a.

Si precisa che per le possibili modalità di gestione dei materiali di risulta relativi alla realizzazione delle opere di cui alla presente sezione in qualità di sottoprodotti e/o in qualità di rifiuti, si rimanda ai documenti specialistici di riferimento (progetto e documenti contrattuali) nonché a quanto disciplinato dalla normativa ambientale vigente.

2.1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo alle norme di legge, istruzioni e normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento e nelle sezioni di Capitolato richiamate nel testo.

Si elencano di seguito la principale normativa e documentazione di riferimento. Costituiscono oggetto di riferimento normativo, da intendersi non esaustivo. In ogni caso viene considerata valida l'edizione della norma vigente al momento del ritiro dei documenti di gara, nonché l'eventuale aggiornamento intercorso a valle di questo purché concordato tra le parti; in caso di discordanza tra diverse normative, vale l'interpretazione più favorevole per ACEA.

2.1.2.1 NORMATIVA NAZIONALE

- D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 17 gennaio 2019 n° 7/ C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018"
- D.Lgs.03 aprile 2006 n° 152"Norme in materia ambientale"
- UNI EN 1536:2010 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati"
- UNI EN 1537:2013 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Tiranti di ancoraggio"
- UNI EN 1538:2010 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Diaframmi"
- UNI EN 10248-1:1997 "Palancole laminate a caldo di acciai non legati – Condizioni tecniche di fornitura"
- UNI EN 10248-2:1997 "Palancole laminate a caldo di acciai non legati – Tolleranze dimensionali e di forma"
- UNI EN 10249-1:1997 "Palancole profilate a freddo di acciai non legati – Condizioni tecniche di fornitura"
- UNI EN 10249-2:1997 "Palancole profilate a freddo di acciai non legati – Tolleranze dimensionali e di forma"
- UNI EN 12063:2002 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Palancolate"

2.2 DEFINIZIONI

Contratto: contratto di appalto o di concessione avente per oggetto l'acquisizione di servizi, o di forniture, ovvero l'esecuzione di opere o lavori, posti in essere dalla stazione appaltante;

Direzione lavori: ufficio preposto alla direzione ed al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento nel rispetto degli impegni contrattuali;

Direttore dei lavori: soggetto che ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori, ed interloquisce in via

esclusiva con l'esecutore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto. Cura che i lavori siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità al progetto e al contratto.

ESECUTORE: Soggetto incaricato dell'esecuzione dei lavori (Appaltatore, General Contractor, Contraente Generale)

Prova: forma di verifica che si effettua in ragione del contratto, delle disposizioni normative, delle disposizioni di ACEA.

Pali accostati/secanti: elementi di paratia (o di fondazione) realizzati dalla superficie secondo le specifiche di costruzione dei pali di cui alla Sezione "Pali e micropali" del presente Capitolato. Possono essere affiancati o secanti secondo gli interassi di progetto (in una o più file).

Diaframmi: elementi di paratia o di fondazione, realizzati dalla superficie sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato. Lo scavo ed il getto sono di solito eseguiti per elementi singoli (pannelli).

Palancolato: elemento di una paratia realizzato mediante l'infissione nel terreno di profilati metallici i cui bordi longitudinali sono sagomati in modo da realizzare un'opportuna guida all'infissione e una tenuta dell'elemento adiacente, oppure da elementi in c.a. rinforzati in punta mediante taglienti in acciaio di adeguati spessori e forme, in relazione al tipo di terreno attraversato.

2.3 ABBREVIAZIONI

PVC: Cloruro Polivinile

SLE: Stati Limite di Esercizio

2.4 ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI

L'ESECUTORE, fermo restando quanto previsto dalle "Disposizioni generali" del presente Capitolato, che devono intendersi totalmente richiamate, se non diversamente prescritto, dovrà:

- verificare che le prescrizioni indicate per i Pali e micropali del presente Capitolato siano tutte soddisfatte, intendendo riferito ad ogni singolo pannello quanto previsto per il palo/micropalo;

- presentare alla DIREZIONE LAVORI una relazione con il progetto del campo prova (ove questo sia previsto dal progetto) di cui ai successivi punti, in cui siano indicati la stratigrafia dell'area, le attrezzature utilizzate e la planimetria con ubicati gli elementi di paratia (nel caso non sia previsto il campo prova tali informazioni devono confluire nella relazione di cui al punto successivo);
- presentare alla DIREZIONE LAVORI insieme alla relazione tecnica finale del campo prova una relazione tecnico – operativa, che dovrà pertanto contenere:
    - una planimetria riportante la posizione di tutti gli elementi di paratia, (con indicazione di quelli da attrezzare con una specifica strumentazione di prova), contrassegnati da un numero progressivo indicativo di ciascun elemento; le date ed il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati a ACEA con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio;
    - il programma di esecuzione delle opere, nel quale sia indicata la successione cronologica prevista per tutti gli elementi di paratia;
    - tutte le caratteristiche delle attrezzature, gli utensili e le modalità di scavo previste, in modo da assicurare il raggiungimento delle profondità di progetto, l'attraversamento di strati di terreno lapidei o cementati, l'eventuale ammorsamento nel sub-strato roccioso, la rimozione di massi di scogliere, trovanti, materiali metallici o altro che possa ostacolare la costruzione. Inoltre nella relazione andranno descritte le modalità e le attrezzature necessarie all'infissione delle palancole;
- provvedere a tutte le operazioni preliminari, quali la formazione di piazzole di lavoro nonché la costruzione e la successiva demolizione dei cordoli di guida;
- rimuovere tutte le palancole e segnalare preventivamente alla DIREZIONE LAVORI quelle che non potranno a qualsiasi titolo essere recuperate;
- verificare (e documentare) tutte le caratteristiche e funzionalità dei fanghi utilizzati per il sostegno dello scavo;

- ripristinare qualunque perdita di fango stabilizzante e segnalare alla DIREZIONE LAVORI l'eventuale maggior impiego di calcestruzzo conseguente alla rimozione dei suddetti eventuali ostacoli o al ritrovamento di cavità.

2.4.1 CAMPO DI PROVA

Prima dell'inizio delle lavorazioni dovrà essere eseguito, ove previsto dal progetto, un idoneo campo prova "fuori opera" per verificare la funzionalità delle attrezzature e delle metodologie operative. Dovranno essere realizzati o infissi almeno 3 elementi di paratia.

Nel caso di pannelli o pali, questi dovranno essere tutti attrezzati con tubi idonei per l'esecuzione di prove soniche; nel caso in cui sia previsto il contatto fisico tra tutti i pannelli, le prove dovranno interessare anche il giunto.

Le gabbie di armatura dovranno essere attrezzate con tubi inclinometrici, (4 per i pannelli e 2 per i pali) per la verifica della loro verticalità.

Le scanalature dei tubi inclinometrici dovranno essere parallele agli assi principali del pannello.

La lettura inclinometrica dovrà essere eseguita sulle 4 guide con sonda biassiale e prima di queste dovranno essere eseguite le opportune misure di spiralatura.

2.5 MATERIALI

2.5.1 ARMATURE E CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Per quanto concerne le caratteristiche delle armature e dei conglomerati cementizi, si rimanda alle prescrizioni di cui ai capitoli per le Opere in Conglomerato Cementizio e ai capitoli per Pali e micropali del presente Capitolato.

2.5.2 FANGHI STABILIZZANTI

Allo scopo di garantire il sostegno delle pareti dello scavo, durante l'esecuzione dei diaframmi/pali l'ESECUTORE dovrà utilizzare fluidi di supporto rappresentati da

sospensione di bentonite che soddisfino i requisiti di accettazione previsti nella norma EN 1538 e EN 1536 e richiamati nella seguente tabella.

In condizioni normali la sospensione dovrà rispettare le seguenti caratteristiche

PROPRIETA'	STADI		
	Fresca	Pronta per il riutilizzo	Prima della posa in opera del calcestruzzo
Densità in g/ml	< 1,10	<1,25	<1,15
Valore Marsh in sec	da 32 a 50	da 32 a 60	da 32 a 50
pH	da 7 a 11	da 5 a 12	n.a*
Contenuto in sabbia in %	n.a.*	n.a.*	<4
Strato di fango dovuto alla filtrazione (filtercake) in mm	<3	<6	n.a.*

* n.a.: non applicabile

In condizioni particolari (alta permeabilità, cavità, alti livelli piezometrici, ecc.) i valori della precedente tabella potranno essere modificati.

In questo caso dovrà essere presentata una relazione tecnica alla DIREZIONE LAVORI in cui siano indicate le nuove caratteristiche della sospensione.

Le soluzioni polimeriche, possibilmente con aggiunta di bentonite, potranno essere utilizzate come fluidi di supporto dopo autorizzazione della DIREZIONE LAVORI, comunque solo in presenza di terreni coesivi previa presentazione di uno studio idoneo e l'esecuzione di prove in sito su scala naturale.

2.5.3 PALANCOLE METALLICHE

Le palancole devono essere conformi alle seguenti norme:

UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.

2.5.4 MODALITA' ESECUTIVE

2.5.4.1 PARATIE DI PALI

Per le modalità esecutive dei pali si rimanda alla Sezione per i Pali e micropali del presente Capitolato.

2.5.5 DIAFRAMMI

2.5.5.1 Prescrizioni generali

L'ESECUTORE fermo restando quanto previsto dal paragrafo "Oneri e Prescrizioni generali", se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- nell'esecuzione dei diaframmi siano adottati tutti gli accorgimenti necessari a realizzare l'opera conformemente ai requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda il rispetto della verticalità, la complanarità e l'impermeabilità dei giunti;
- lo scavo sia eseguito con l'ausilio di idonea strumentazione in grado di verificare le eventuali deviazioni rispetto alla verticalità, nonché la rotazione della benna;
- lo scavo di un pannello non sia iniziato prima che il calcestruzzo del pannello o dei pannelli adiacenti abbia raggiunto una resistenza sufficiente ad impedire eventuali danni ai pannelli realizzati;
- qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto;
- qualora sia previsto dal progetto il contatto fisico tra i pannelli, la sequenza da realizzare deve essere prevista secondo lo schema: costruzione pannelli primari – successiva costruzione pannelli secondari. Non è pertanto consentita la realizzazione in successione progressiva di pannelli di paratia adiacenti.

La perforazione "a secco", senza impiego di fanghi di stabilizzazione, non è di norma ammessa; in casi particolari potrà essere adottata, previa approvazione di ACEA, solo in terreni fortemente cementati o argillosi caratterizzati da valori della coesione non drenata cu (cu) che alla generica profondità di scavo H soddisfino la seguente condizione.

$$c_{u,} \geq \gamma H/3$$

Dove:

γ = peso dell'unità di volume del terreno; per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice.

La perforazione "a fango" in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini (D10> 4 mm), può richiedere l'esecuzione preliminare di bonifiche o intasamenti.

La tenuta idraulica fra i diversi pannelli, ove richiesto dal progetto, dovrà essere ottenuta mediante idonei giunti da realizzare nelle posizioni di minor sollecitazione.

2.5.5.2 Piani di lavoro

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto dal progetto, dovrà verificare che:

- le attrezzature di perforazione e di servizio operino da un piano di lavoro preventivamente realizzato, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento;
- la quota dei piani di lavoro sia posta almeno 3,0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici della falda acquifera presente nel terreno. Qualora per il livello di falda non si possa rispettare tale franco, dovranno essere utilizzati fluidi di supporto che garantiscano lo stesso grado di sicurezza. In questo caso dovrà essere presentata alla DIREZIONE LAVORI una relazione tecnica specifica comprensiva di tutti i dettagli di cui ai punti precedenti.

2.5.5.3 Cordoli guida

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto dal progetto, dovrà verificare che:

- gli assi longitudinali dei diaframmi siano materializzati mediante coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti;
- la distanza netta tra i muri guida sia dai 20 mm ai 50 mm più grande dello spessore di progetto del diaframma (UNI EN 1538);
- la parte superiore dei cordoli guida sia orizzontale ed abbia la stessa elevazione su entrambi i lati della trincea;
- i cordoli siano realizzati in conglomerato cementizio armato e siano adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da eseguire;

- lo spessore dei cordoli sia minimo di 0.35 m, con una profondità compresa tra 0.7 m e 1.5 m a seconda delle condizioni del terreno; l'armatura sia continua (UNI EN 1538);
- nella realizzazione dei cordoli si abbia cura di posizionare con precisione le casserature, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa.

2.5.5.4 Perforazione

Prima dell'inizio dei lavori l'ESECUTORE deve trasmettere alla DIREZIONE LAVORI una planimetria con indicati i pannelli numerati, e la sequenza di esecuzione degli stessi.

Per la perforazione l'ESECUTORE utilizzerà la tecnologia di scavo prevista dal progetto:

- scavo con benna mordente;
- scavo con idrofresa.

Scavo con benna mordente

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto dal progetto, dovrà:

- eseguire lo scavo con benna mordente in presenza di fango stabilizzante;
- far posizionare topograficamente un picchetto ben visibile e solidale con il cordolo indicante il centro pannello;
- installare nella parte superiore del corpo benna una dima o carter (con lunghezza > di 1 m) avente le stesse dimensioni della massima apertura della benna;
- utilizzare idonea strumentazione per la verifica della profondità di scavo, delle deviazioni e delle rotazioni, e registrare la deviazione finale cumulata. A fine scavo questi parametri registrati dovranno essere consegnati alla DIREZIONE LAVORI;

- nel caso di uso di benne mordenti con aste di guida tipo Kelly verificare, ad inizio perforazione, la loro verticalità;
- nel caso di superamento della deviazione ammessa, che sarà progressiva in funzione della profondità secondo il criterio esposto nel capitolo Tolleranze di costruzione, intraprendere tutte le azioni necessarie per il recupero della verticalità. Nello scavo dei pannelli adiacenti (pannelli secondari) si dovrà avere cura di pulire, mediante opportuni raschiatori, le superfici laterali dei pannelli primari. I raschiatori dovranno essere utilizzati a fine perforazione, fissandoli rigidamente sull'utensile di scavo;
- durante la perforazione, far mantenere il livello del fango costantemente al di sopra della base del cordolo guida. Nel caso di improvviso franamento, con o senza perdita di fango stabilizzante, lo scavo dovrà essere immediatamente riempito con un volume supplementare di fluido di supporto, possibilmente contenente materiali sigillanti, o con calcestruzzo magro che sarà scavato successivamente;
- durante l'esecuzione dello scavo prendere tutti gli accorgimenti ragionevoli al fine di prevenire la fuoriuscita del fango stabilizzante al di là delle immediate vicinanze della zona di scavo;
- al termine della perforazione procedere all'accurata rimozione dei detriti rimasti sul fondo nonché alla sostituzione parziale o totale del fango per ricondurlo alle caratteristiche prescritte per l'esecuzione del getto. Al termine della perforazione dovrà essere verificato il contenuto in sabbia del fluido di supporto; il valore dovrà essere registrato così come il tempo necessario a ricondurlo ai limiti previsti nella tabella per i fanghi stabilizzanti.

Scavo con idrofresa

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto dal progetto, dovrà verificare che:

- nelle prime fasi di scavo sia previsto l'utilizzo della benna mordente, almeno fino al raggiungimento della profondità necessaria per il funzionamento della pompa di circolazione del fango incorporata nell'idrofresa. La seconda

attrezzatura (idrofresa) sia impiegata in successione, per profondità di scavo superiori, fino al raggiungimento della quota di progetto;

- sia registrata la deviazione rispetto alla verticalità;
- periodicamente siano verificate e registrate le caratteristiche della sospensione;
- sia registrata la velocità di avanzamento e il valore della coppia delle frese.

2.5.5.5 Dispositivi per la formazione dei giunti

L'ESECUTORE, nel caso il progetto preveda la formazione dei giunti tramite tubi-spalla o palancole, dovrà verificare che:

- si abbia cura di pulire adeguatamente i tubi-spalla o palancole prima del loro impiego;
- i tubi-spalla siano messi in opera, controllandone la verticalità con sistemi ottici, non appena completata la perforazione, e per tutta la profondità del pannello;
- ad avvenuta presa del getto si provveda alla loro rimozione, utilizzando un opportuno estrattore a morsa idraulica; se necessario, la superficie del tubo-spalla potrà essere preventivamente trattata con vernici disarmanti.

Nel caso di utilizzo di tubi in PVC posti in opera solidarizzandoli con l'armatura, questi dovranno essere rotti con apposito strumento.

Nello scavo dei pannelli adiacenti (pannelli secondari) si abbia cura di pulire con estrema cura l'impronta lasciata dal tubo-spalla, mediante opportuni raschiatori, la cui forma è ricalcata su quella del tubo spalla utilizzato. I raschiatori dovranno essere utilizzati a fine perforazione, fissandoli rigidamente sull'utensile di scavo.

Qualora sia utilizzata l'idrofresa, l'ESCUTORE potrà realizzare i giunti senza impiego dei tubi-spalla, provvedendo ad alesare i pannelli primari già gettati.

2.5.5.6 Armature

L'ESECUTORE, oltre a quanto richiesto, se non diversamente previsto dal progetto, dovrà verificare che:

- sulle gabbie di armatura siano posizionati opportuni distanziatori non metallici a sezione cilindrica atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo finale di 6 cm;
- i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, abbiano la superficie forata per almeno il 25%. I distanziatori saranno posizionati sul perimetro del pannello a distanza di circa 3 metri. Ulteriori distanziatori saranno posizionati sulla faccia del pannello in modo tale che la spaziatura degli stessi, sia in orizzontale che in verticale, sia non superiore a 3 metri;
- qualora sia prevista la tirantatura del pannello, siano posizionati nell'armatura dei tubi guida, aventi diametro maggiore della perforazione necessaria per la posa in opera del tirante, passanti in tutto lo spessore del pannello medesimo. Le relative cassette, nelle quali posizionare le piastre di ripartizione del tirante, dovranno essere predisposte con l'inclinazione prevista dal progetto;
- l'armatura sia nella posizione progettuale prevista, misurando le coordinate planimetriche di almeno due spigoli contrapposti (certificazione topografica);
- per la verifica della verticalità dell'armatura siano eseguite prove sui tubi inclinometrici installati. Prima dell'esecuzione della lettura inclinometrica dovrà essere eseguita la misura di spiralatura. La lettura sarà effettuata con sonda biassiale con letture coniugate sulle 4 guide.

2.5.5.7 Getto del calcestruzzo

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto dal progetto, dovrà verificare che:

- prima del getto i valori del contenuto in sabbia rientrino nel limite previsto nella tabella dei fanghi stabilizzanti;
- il getto del calcestruzzo avvenga impiegando il tubo di convogliamento. Esso dovrà essere costituito da sezioni avente diametro interno 20 ÷ 26 cm. L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature;

- le giunzioni tra sezione e sezione del tubo getto siano del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2,0 cm; sono escluse le giunzioni a flangia;
- il tubo sia provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5- 0,6 mc e sia mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento;
- prima di installare il tubo getto sia eseguita un'ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provveda all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia;
- il tubo di convogliamento sia posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto, è opportuno disporre entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo (ad es. in polistirolo, o costituito da un involucro di carta, riempito con materiale arido), in modo da provocare la caduta istantanea del primo calcestruzzo gettato, ed evitare azioni di contaminazione o dilavamento del calcestruzzo stesso;
- durante il getto il tubo convogliatore sia opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20 ÷ 30 cm, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo;
- previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, il tubo di convogliamento sia accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2,5 m e massima di 6 m;
- la misura del livello raggiunto sia registrata e riportata su una scheda che sarà consegnata alla DIREZIONE LAVORI;
- all'inizio del getto si disponga di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 4 m di pannello. È prescritta una cadenza di getto non inferiore a 25 mc/ora;

- il getto di un pannello sia completato in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavorabile nella zona di rifluimento;
- in presenza di pannelli di lunghezza superiore a 4 m, o forma tale da richiedere l'impiego di due o più tubi getto al fine di limitare la distanza orizzontale che il calcestruzzo deve percorrere, questi siano alimentati in modo sincrono per assicurare la risalita uniforme del calcestruzzo;
- per nessuna ragione il getto sia sospeso prima del totale riempimento del pannello. A pannello riempito il getto sia proseguito fino alla completa espulsione del calcestruzzo contaminato dal fango stabilizzante. Qualora la misura della risalita del calcestruzzo evidenzi valori anomali, ne dovrà essere data evidenza nella scheda da consegnare alla DIREZIONE LAVORI e dovranno essere evidenziate le azioni da intraprendere:
    - nel caso di risalite maggiori dovranno essere sviluppate prove per verificare che il copriferro sia quello previsto e non ci siano stati franamenti del terreno che possano aver interrotto la continuità del calcestruzzo.
    - Nel caso di assorbimenti maggiori del 10 % del calcestruzzo previsto dovrà essere verificato, analizzando le schede di perforazione, che non ci siano stati franamenti durante lo scavo del pannello. Qualora il maggior volume sia indice di cavità che possono rappresentare un pericolo per la sicurezza delle lavorazioni, queste dovranno essere sospese e dovrà essere eseguita un'indagine di dettaglio (carotaggi, tomografie sismiche ad alta risoluzione con onde di compressione e di taglio, ecc.) per la comprensione del fenomeno avvenuto e per il progetto degli interventi di messa in sicurezza.

2.5.5.8 PALANCOLATI

2.5.5.9 Prescrizioni generali

L'ESECUTORE fermo restando quanto previsto dal paragrafo "Oneri e Prescrizioni generali, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- nella realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perché l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi di progetto;
- l'attrezzatura d'infissione e di estrazione abbia caratteristiche conformi allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi;
- lo stoccaggio e la movimentazione delle palancole in cantiere siano conformi a quanto indicato nella norma UNI EN 12063.

2.5.5.10 Infissione

L'ESECUTORE, prima dell'inizio della infissione, dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI il programma cronologico di infissione per tutte le palancole.

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- l'infissione per battitura avvenga con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e prosegua fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'ESECUTORE potrà, previa approvazione della DIREZIONE LAVORI, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto d'acqua devono essere comunicate alla DIREZIONE LAVORI.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'ESECUTORE dovrà dare immediata informazione alla DIREZIONE LAVORI e concordare con la stessa gli interventi da eseguire.

2.5.5.11 Estrazione

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che ad estrazione avvenuta, la palancola sia esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

2.5.6 CONTROLLI FINALI

Sono previste le seguenti tipologie di prove:

- Prove di carico
- assiale (non distruttiva): con carichi di prova Pmax ≥ a 1,5 volte l'azione di progetto Pr, utilizzata per le verifiche SLE (combinazione rara);
- laterale (non distruttiva): lo sviluppo di tale prova può essere eseguito anche su pannelli strumentati secondo quanto eventualmente previsto dal progetto.
    - Prova sonica
    - Controllo della verticalità, da eseguirsi con l'ausilio di tubi inclinometrici annegati nel getto di calcestruzzo, secondo le prescrizioni di progetto.

Le prove di carico assiali verranno eseguite solo per gli elementi di paratia soggetti ad azioni prevalentemente verticali. In particolare nel caso di paratie di pali, realizzati con pali contigui, si precisa che l'ESECUTORE dovrà sottoporre a prova di carico statico assiale singoli pali nel caso di pali tangenti, o più pali nel caso di pali secanti, qualora questi siano in progetto "assimilati a pali di fondazione" ed effettivamente soggetti ad azioni assiali verticali (associate ai soli carichi accidentali) tali da ricondurre il tasso di lavoro del materiale (calcestruzzo del palo) ad un valore superiore ad 1 MPa. Le prove di carico relative ai diaframmi saranno espressamente indicate dal progetto.

Le prove dovranno essere riportate nella documentazione di controllo, in accordo alle modalità e prescrizioni che seguono.

Prova sonica (cross-hole). Non prima di 28 gg. dal getto	Vengono attrezzati tutti i pannelli ed eseguite prove su almeno 1/3 di questi a scelta della DIREZIONE LAVORI.

In presenza di risultati non soddisfacenti delle prove cross-hole si dovrà sviluppare un piano di indagini specifiche sui pannelli (carotaggi meccanici, ulteriori indagini, etc..), che dovrà essere presentato sotto forma di relazione e approvato dalla DIREZIONE LAVORI. I risultati della campagna di indagine dovranno fornire gli elementi per la stesura finale della relazione che individuerà gli interventi necessari per la risoluzione della anomalia riscontrata.

Tutti i diaframmi da sottoporre a prove dovranno essere concordati con la DIREZIONE LAVORI.

2.5.6.1 PROVE DI CONTROLLO SONICO

Si tratta di controlli basati su prove soniche, la cui esecuzione richiede che i pannelli siano attrezzati con tubazioni metalliche/pvc poste ai quattro vertici del pannello stesso, annegate nel getto di calcestruzzo.

L'ESECUTORE dovrà attrezzare con tubi tutti i diaframmi; il 10% dei pannelli sarà attrezzato con tubi inclinometrici solidali all'armatura idonei anche per l'esecuzione delle prove cross-hole.

Le prove verranno eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto su 1/3 dei pannelli attrezzati, a scelta della DIREZIONE LAVORI.

Data la forma geometrica rettangolare della sezione dei pannelli, le prove di controllo sonico saranno eseguite con la metodologia "cross-hole".

Per il controllo dei giunti, laddove progettualmente deve essere garantita la continuità, dovranno essere eseguite prove cross-hole anche tra i tubi di pannelli contigui.

Per quanto concerne le prove di controllo sonico su pali si rimanda ai pragrafi del presente Capitolato

2.5.6.2 Modalità di prova

Il numero dei tubi e delle prove sarà definito dall'ESECUTORE e comunicato alla DIREZIONE LAVORI, in base anche alle dimensioni del pannello. Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo interposto tra i tubi di misura.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.

I tubi sono utilizzati a coppie; in uno viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro (o negli altri) quella ricevente.

Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere all'interno dei due tubi, ad intervalli regolari di profondità, la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il calcestruzzo.

Le misure debbono essere eseguite almeno ogni 10 cm di avanzamento delle sonde nelle tubazioni predisposte.

Il segnale sonico modula il pennello elettronico di un oscilloscopio la cui traccia sincronizzata sull'istante di emissione, viene fatta traslare della stessa quantità ad ogni emissione di impulso.

L'esito delle prove sarà registrato con strumentazione digitale.

Nel caso si individuassero anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

2.5.6.3 Documentazione della prova

L'esito delle prove soniche sarà registrato in una apposita scheda in cui saranno indicati, per ogni pannello:

- i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- il tipo di sonda sonica impiegata;
- le registrazioni digitali effettuate ad ogni avanzamento della sonda nonché le rappresentazioni grafiche dei parametri registrati.

2.5.7 TOLLERANZE DI COSTRUZIONE

2.5.7.1 OBIETTIVI

Il presente capitolo indica i valori delle tolleranze di costruzione ritenute significative per stabilire l'accettazione di opere/parti d'opera realizzate dall'Esecutore.

Valori riscontrati, eccedenti i limiti indicati, comportano l'apertura di non conformità e il relativo trattamento (demolizione, rilavorazione, riparazione, accettazione tal quale con eventuale detrazione o deprezzamento).

2.5.7.2 DEFINIZIONI

- Valore teorico: il valore di un parametro indicato in progetto;
- Valore effettivo: il valore del parametro richiesto misurato sul manufatto costruito;
- Tolleranza: intervallo entro il quale deve essere compreso il valore effettivo di un certo parametro per ritenere il manufatto conforme e remunerabile secondo contratto;
- Precisione: minima entità della misura che si deve essere in grado di rilevare, ovvero livello di apprezzamento strumentale.
- Valore nominale: prescrizione contrattuale (progetto, capitolato)

2.5.7.3 TOLLERANZE DI COSTRUZIONE: MODALITÀ DI LETTURA

Le tolleranze non sono cumulative. In caso di più di una indicazione, è sempre vincolante quella più restrittiva. Con precisione della misura viene indicato il livello di apprezzamento (strumentale) della grandezza.

Una tolleranza positiva (+) aumenta il valore o la dimensione alla quale essa è applicata o alza la quota di un livello.

Una tolleranza negativa (-) diminuisce il valore o la dimensione alla quale essa è applicata o abbassa la quota di un livello.

Una tolleranza priva di segno è da intendersi positiva (+) e negativa (-).

Ove è precisata una tolleranza con un singolo segno positivo (+) o negativo (-) non esiste limite nel campo restante.

OGGETTO DEL CONTROLLO	DESCRIZIONE PARAMETRO DI CONTROLLO		UNITA' DI MISURA	PRECISIONE	VALORE NOMINALE	TOLLERANZA	
1 - DIAFRAMMI	1.1	Posizionamento planimetrico cordoli guida	mm	5	di progetto	20	
	1.2	Posizionamento altimetrico cordoli guida	mm	2	di progetto	20	
	1.3	Profondità "L" diaframma	mm	2	di progetto	+L/100	
	1.4	Verticalità diaframma (generico)	%	0.4	di progetto	0.5	
	1.5	Verticalità diaframma (realizzato con idrofresa)	%	0.4	di progetto	0.4	
	1.6	Copriferro armatura metallica	mm	1	60	-10	
	1.7	Passo di posizionamento distanziatori	mm	10	30	+100	
2 - PALANCOLATI	2.1	Posizionamento planimetrico palancolato	mm	5	di progetto	50	
	2.2	Profondità d'infissione palancolato	mm	5	di progetto	50	

Relativamente ai diaframmi l'Esecutore dovrà verificarne la verticalità rispettando il seguente schema:

1) controllo con applicazione della tolleranza suddetta complessivamente su un primo tratto di 10 m di profondità (quindi con un delta di ± 5 cm in tale fascia);
2) controllo progressivo del gradiente di deviazione con applicazione della tolleranza suddetta metro per metro, per il restante tratto di pannello in profondità (quindi con un delta di ±0.5 cm per ogni metro di avanzamento).

Per quanto riguarda i valori di tolleranze sulle paratie di pali, si deve fare riferimento a quanto specificato alla Sezione "Pali e micropali" del presente Capitolato.

3 PALI E MICROPALI

3.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente sezione è parte integrante del Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili

3.1.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente sezione del Capitolato si applica a tutte le opere di fondazione ove sono previsti pali e micropali.

Per l'utilizzo dei pali nelle opere di sostegno valgono le prescrizioni contenute nella Sezione "Paratie di pali, diaframmi e palancolate" del presente Capitolato.

I PALI sono distinti, con riferimento alle loro dimensioni, in pali di medio e grande diametro. Nel presente documento si utilizza la seguente classificazione:

- pali di medio diametro: $300 \text{ mm} \leq D \leq 600 \text{ mm}$
- pali di grande diametro: $D > 600 \text{ mm}$

I "MICROPALI" sono perforazioni trivellate aventi diametro $D < 300$ mm, costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Si precisa che per le modalità di gestione dei materiali di risulta, derivanti dalla realizzazione delle opere di cui alla presente sezione in qualità di sottoprodotti e/o in qualità di rifiuti, si rimanda ai documenti specialistici di riferimento (progetto e documenti contrattuali) nonché a quanto disciplinato dalla normativa ambientale vigente.

3.1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo alle norme di legge, istruzioni e normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento e nelle sezioni di Capitolato richiamate nel testo. Si elencano di seguito la normativa e documentazione di riferimento.

Costituiscono oggetto di riferimento normativo, da intendersi non esaustivo. In ogni caso viene considerata valida l'edizione della norma vigente al momento del ritiro dei documenti di gara, nonché l'eventuale aggiornamento intercorso a valle di questo

purché concordato tra le parti; in caso di discordanza tra diverse norme, vale l'interpretazione più favorevole per ACEA.

3.1.2.1 NORMATIVA NAZIONALE

- D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 17 gennaio 2019 n° 7/ C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018"
- D.lgs. 03 aprile 2006 n° 152 "Norme in materia ambientale"

3.1.2.2 NORMATIVA EUROPEA E NORMATIVA TECNICA

- EN 1990:2006 "Eurocode - Basis of structural design"
- EN 1997-2:2007 "Eurocode 7- Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing"
- UNI EN 1536:2010 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati"
- UNI EN 10025-1:2005 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura"
- UNI EN 10025-2:2005 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali"
- UNI EN 10080:2005 "Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile – Generalità"
- UNI EN 10210-1:2006 "Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura"
- UNI EN 10210-2:2006 "Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo"
- UNI EN 10219-1:2006 "Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura"

- UNI EN 10219-2:2006 "Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo"
- UNI EN 12699:2002 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali eseguiti con spostamento del terreno"
- UNI EN 12794:2007 "Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Pali da fondazione"
- UNI EN 14199:2005 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Micropali"

3.2 DEFINIZIONI

Contratto: contratto di appalto o di concessione avente per oggetto l'acquisizione di servizi, o di forniture, ovvero l'esecuzione di opere o lavori, posti in essere dalla stazione appaltante;

Direzione lavori: ufficio preposto alla direzione ed al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento nel rispetto degli impegni contrattuali;

Direttore dei lavori: soggetto che ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori, ed interloquisce in via esclusiva con l'esecutore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto. Cura che i lavori siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità al progetto e al contratto.

ESECUTORE: Soggetto incaricato dell'esecuzione dei lavori (Appaltatore, General Contractor, Contraente Generale)

Micropali a iniezione multipla selettiva: micropali realizzati attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

Micropali a semplice cementazione: micropali realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

Pali infissi gettati in opera: pali realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo per battitura il rivestimento tubolare. Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato o non armato;
- pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo-forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene armato con gabbia in acciaio e completato con getto di calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

Pali infissi prefabbricati: pali realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, ed eventualmente con l'ausilio di un getto d'acqua in pressione che fuoriesce dalla punta attraverso un foro centrale longitudinale.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica;
- pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

Pali trivellati: I pali trivellati sono costruiti in opera, eseguendo il getto di calcestruzzo all'interno di un foro, dopo l'introduzione di una gabbia di armatura, quando prevista. Si differenziano essenzialmente per i metodi di perforazione, sostegno delle pareti e getto del calcestruzzo.

Pali trivellati tradizionali: Si definiscono pali trivellati tradizionali quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere garantita con l'ausilio di fanghi stabilizzanti ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

Pali trivellati ad elica continua: Si definiscono pali trivellati ad elica continua i pali realizzati mediante infissione per roto-traslazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo. L'eventuale gabbia di armatura viene posta in opera una volta completato il getto di calcestruzzo.

Pali con morsa giracolonna: pali trivellati realizzati all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio infisso con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna. Tale tipologia è da utilizzare in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti e ove non fosse possibile l'utilizzo di diversa attrezzatura di perforazione.

Prova: forma di verifica che si effettua in ragione del contratto, delle disposizioni normative, delle disposizioni di ACEA.

3.3 ABBREVIAZIONI

Cls: calcestruzzo

DL: Direzione Lavori

SLE: Stati Limite di Esercizio

WBS: Work Breakdown Structure

3.4 ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI

L'ESECUTORE, fermo restando quanto previsto dalle "Disposizioni generali" del presente Capitolato, che devono intendersi totalmente richiamate, se non diversamente prescritto, prima di dare inizio alle lavorazioni, dovrà:

- presentare alla DIREZIONE LAVORI una relazione tecnico – operativa;

- presentare alla DIREZIONE LAVORI una relazione finale delle risultanze del campo prova al fine di concordare l'esecuzione di eventuali prove per la taratura dei parametri geotecnici;
- eseguire il tracciamento preliminare dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo, e accertare che su ogni picchetto sia riportato il numero progressivo del palo in conformità alla planimetria presentata ed accettata dalla DIREZIONE LAVORI.

All'inizio e durante le lavorazioni, l'ESECUTORE, se non diversamente prescritto, dovrà:

- mantenere la piazzola di lavoro pulita e sgombra, anche al fine di consentire il costante controllo della quota di testa-palo;
- per eventuali variazioni delle metodologie esecutive precedentemente approvate, presentare un' ulteriore relazione tecnico-operativa sulle nuove metodologie, da sottoporre all'approvazione della DIREZIONE LAVORI, la quale potrà, a sua discrezione, richiedere l'esecuzione di prove tecnologiche (campo prova) al fine di verificare l'idoneità delle nuove metodologie esecutive;
- comunicare alla DIREZIONE LAVORI anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, e comunque ogni qual volta le condizioni reali risultino sensibilmente differenti da quelle di progetto;
- eseguire tutte le prove, previste nella relazione tecnico operativa, in situ e/o di laboratorio, e allegare i certificati alla specifica documentazione di controllo elaborata per ciascuna opera. Detto laboratorio potrà essere di cantiere (per le prove per cui è attrezzato), o qualificato ed approvato dalla DIREZIONE LAVORI, od ancora un Laboratorio Ufficiale autorizzato;;
- curare che lo stoccaggio in cantiere delle gabbie di armatura avvenga in apposita area preliminarmente individuata, verificando che le gabbie non siano a contatto diretto con il terreno e siano provviste di idoneo contrassegno indicante gli estremi della fornitura dell'opera o porzione di opera per cui è previsto l'impiego (WBS), del numero del palo e della posizione della gabbia;

- provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali con martello demolitore, di peso operativo non superiore a 170 kg e diametro della punta adeguato alla geometria della struttura, fino alla quota di progetto (piano d'imposta della fondazione sovrastante), provvedendo altresì alla sistemazione e ripulitura dei ferri d'armatura e della testa del palo con aria in pressione;
- provvedere, al completamento dei lavori e nel rispetto delle scadenze fissate contrattualmente, alla redazione e trasmissione della documentazione finale "as-built" prevista da contratto;
- indicare, per ciascun palo, i mc gettati da ogni betoniera e la corrispondente quota raggiunta dal cls nel foro, onde poter riscontrare le eventuali difformità tra i valori gettati e quelli attesi, verificare che tali dati siano registrati in specifici documenti di controllo resi disponibili alla DIREZIONE LAVORI, ed accertare che le eventuali anomalie siano comunicate tempestivamente alla DIREZIONE LAVORI e riportate nella documentazione "as-built".

L'ESECUTORE dovrà dare evidenza delle attività di controllo effettuate per garantire la conformità alle prescrizioni della presente sezione attraverso la redazione di specifica documentazione di registrazione, elaborata per ciascun palo/micropalo.

3.4.1 RELAZIONE TECNICO – OPERATIVA

La relazione tecnico operativa che l'ESECUTORE deve presentare alla DIREZIONE LAVORI dovrà contenere:

- il rilievo stratigrafico del terreno individuato dal progetto;
- una planimetria riportante la posizione di tutti gli elementi, (con indicazione di quelli da attrezzare con una specifica strumentazione di prova), contrassegnati da un numero progressivo distintivo di ciascun elemento; le date ed il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati a ACEA con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio;
- l'elenco e la descrizione tecnica delle apparecchiature da utilizzare, con indicate le modalità di esecuzione e le seguenti caratteristiche:

<u>per i pali infissi (nel caso di utilizzo di battipalo):</u>

- Y energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- Y n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- Y efficienza "E" del battipalo;
- Y caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza, costante elastica, coefficiente di costituzione);
- Y caratteristiche della cuffia (materiale e peso);
- Y peso degli eventuali adattatori;
- Y peso del battipalo

Per i pali trivellati

- Y caratteristiche, numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature, in funzione delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché delle dimensioni dei pali da eseguire;
- Y caratteristiche dei macchinari da utilizzare nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati cementati o nel caso si voglia conseguire un adeguato ammorsamento in sub-strati di roccia dura;
- Y in caso di impiego di fanghi stabilizzanti, le modalità operative di utilizzo degli stessi e le caratteristiche tecniche dell'impianto di trattamento cui devono essere soggetti;
- Y il programma di esecuzione delle opere nel quale sia indicata la successione cronologica prevista per la realizzazione dei pali/micropali;
- Y la programmazione di un eventuale specifico campo prova (pali/micropali "pilota" esterni all'opera) al fine di verificare l'idoneità di tutte le attrezzature e l'adeguatezza delle modalità esecutive, nelle particolari condizioni stratigrafiche e in relazione all'importanza dell'opera o a particolari soggezioni ambientali;
- Y l'indicazione, mediante adeguati contrassegni, di tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi) allo scopo di effettuare i necessari controlli.

3.5 PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

3.5.1 MATERIALI

L'ESECUTORE, fermo restando quanto previsto nel paragrafo "Oneri e Prescrizioni generali" della presente Sezione, deve intendere le prescrizioni che seguono,

relativamente alle armature metalliche e ai conglomerati cementizi, come integrative di quelle della Sezione "Opere in Conglomerato Cementizio" del presente Capitolato. Queste ultime si intendono integralmente applicabili.

3.5.1.1 Armature metalliche

L'ESECUTORE può ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe, delle spirali, o degli anelli irrigidenti ai ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione; in questo caso L'ESECUTORE deve verificare che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre, mediante l'esecuzione di prove a trazione su elementi sottoposti a saldatura. A tal fine L'ESECUTORE dovrà prelevare all'estremità delle gabbie 3 campioni di barra longitudinale con staffa/spirale(ogni 500 ml di gabbia) e ripristinare l'armatura aggiungendo barre e staffe/spirale con sovrapposizione di 40 diametri.

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- le armature siano pre-assemblate fuori opera in "gabbie";
- i collegamenti tra armatura longitudinale e trasversale siano ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti, o con saldatura - puntatura, e che le sporgenze ricadano sempre all'interno della gabbia senza intralciare l'inserimento del tubo getto;
- le armature elicoidali siano fissate solidamente a tutte le armature longitudinali intersecate e che l'interasse delle staffe ed il passo della spirale non sia superiore a 20 cm ed il diametro dei ferri non inferiore a 12 mm
- l'interasse fra le barre longitudinali non sia in alcun caso inferiore a 7,5 cm;
- sulle gabbie di armatura, nella fase di stoccaggio in cantiere, siano stati posizionati opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 4 cm rispetto al rivestimento definitivo o, nel caso di pali trivellati di grande diametro, di 6 cm rispetto al diametro nominale del foro;
- i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, abbiano la superficie forata per almeno il 25%;

- i distanziatori siano posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 2-3 m;
- l'armatura sia mantenuta in posizione senza essere poggiata sul fondo del foro, secondo la metodologia indicata nella relazione tecnico-operativa.

3.5.1.2 Rivestimenti metallici

L'ESECUTORE se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- la tipologia di rivestimento per ogni palo, nonché le caratteristiche geometriche del rivestimento stesso, sia provvisorio che definitivo, siano conformi alle prescrizioni di progetto;
- i tubi di rivestimento siano in acciaio, di qualità, forma e spessore tali da sopportare, senza danni o deformazioni, tutte le sollecitazioni agenti durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e tali da impedire distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno o alla infissione di pali vicini;
- i rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera siano chiusi alla base mediante una piastra d'acciaio di spessore minimo di 8 mm, e comunque proporzionato al diametro del rivestimento. Tale piastra deve essere saldata per l'intera circonferenza al tubo di rivestimento in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne. E' ammesso l'impiego di rivestimenti a sezione variabile, con raccordi opportunamente saldati o flangiati.

Nel caso di tubo-forma estraibile, questo deve essere costituito da un cilindro chiuso inferiormente da un piattello metallico a perdere con un bordo che fa tenuta sul tubo impedendo l'ingresso all'interno di acqua o terreno.

Per pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso. Gli eventuali altri spezzoni, nel corso della saldatura, saranno mantenuti in posizione fissa da un'adeguata attrezzatura di sostegno.

3.5.1.3 Conglomerati cementizi

Per i conglomerati cementizi l'ESECUTORE dovrà rispettare quanto prescritto dal progetto e dalla Sezione "Opere in Conglomerato Cementizio" del presente Capitolato

e dovrà verificare, se non diversamente previsto, che la dimensione massima degli inerti, sia tale che Dmax<imin/2,5 dove imin è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali.

3.5.1.4 Fanghi per il sostegno dello scavo

Allo scopo di garantire il sostegno delle pareti dello scavo, durante l'esecuzione di pali trivellati tradizionali è consentito all'ESECUTORE l'uso di sostanze quali bentonite e/o polimeri che soddisfino i requisiti di accettazione previsti nella norma UNI EN 1536:2010: "Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali trivellati".

3.5.2 MODALITÀ ESECUTIVE

3.5.2.1 Pali infissi

3.5.2.1.1 Pali infissi gettati in opera

Tecniche ed attrezzature per l'infissione del rivestimento

Nel caso di infissione mediante battitura l'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- l'infissione dei rivestimenti avvenga tramite battitura, senza estrazione di materiale, eventualmente mediante fasi intermedie, in conformità al progetto e/o alla relazione tecnico-operativa approvata dalla DIREZIONE LAVORI;
- venga eseguito e registrato il conteggio dei colpi d'avanzamento: nel corso dell'infissione verrà conteggiato il numero di colpi per avanzamenti di 1 m;
- venga registrato il grafico dei colpi relativi agli ultimi 4 metri: in corrispondenza degli ultimi 4 m o più se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm;
- venga registrato il tempo necessario per l'infissione;
- per i rivestimenti definitivi, nel caso di utilizzo di mandrino di acciaio questo sia inserito nel rivestimento;
- nel caso il mandrino sia espanso, questo sia mantenuto del tutto solidale al tubo-forma per l'intera durata dell'infissione, al termine della quale sarà estratto;

- l’inserimento del mandrino nel rivestimento sia eseguito, se necessario, con l'ausilio di un “palo-pozzo” di diametro superiore a quello dei pali di esercizio. Il “palo-pozzo” potrà essere trasformato in palo di esercizio, solo previa accettazione della DIREZIONE LAVORI.

Per l'espulsione del fondello posto ad occludere l'estremità inferiore, nel caso di tubo-forma estraibile, è ammesso l'impiego di un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo-forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta. E' ammesso l'impiego di tubi-forma dotati di fondello incernierato recuperabile.

L’ESECUTORE dovrà verificare che l'infissione dei rivestimenti sia arrestata quando è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- raggiungimento della quota di progetto;
- rifiuto della battitura. Si intende raggiunto il rifiuto quando l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente è inferiore a 2 cm.

In questo ultimo caso, la DIREZIONE LAVORI avrà facoltà di chiedere all'ESECUTORE la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (es. forti sovrappressioni interstiziali).

L'ESECUTORE, previa comunicazione alla DIREZIONE LAVORI, potrà eseguire dei prefori di guida all’infissione per evitare o ridurre i problemi di vibrazione o il danneggiamento di opere o pali già esistenti. Il preforo avrà diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento. Di norma la profondità sarà inferiore ai 2/3 della profondità del palo, e comunque tale da non raggiungere lo strato portante (se esistente). Il preforo potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati o cementati.

a) Vibro-infissione

Per quanto riguarda la vibro-infissione, ferme restando le prescrizioni per l’infissione del precedente paragrafo, L’ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che sia utilizzato un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico. Le caratteristiche del vibratore (momento di

eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno verificate dall'ESECUTORE in relazione alle prestazioni da ottenere, a seguito di prove tecnologiche preliminari (campo prova su elementi sacrificali).

b)Armature

L'ESECUTORE, oltre a quanto richiesto, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- prima del posizionamento delle gabbie d'armatura si abbia cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo;
- l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non superi il limite di 15 cm.

c)Getto del calcestruzzo

I conglomerati cementizi dovranno essere conformi a quanto prescritto dal progetto e rispondere ai requisiti richiesti nella Sezione "Opere in Conglomerato Cementizio" del presente Capitolato.

L'ESECUTORE, accertata la conformità alle prescrizioni riportate nella sezione, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- nel caso di realizzazione di pali con utilizzo di morsa idraulica il mix del calcestruzzo sia opportunamente dimensionato al fine di garantire, nelle condizioni specifiche di temperatura, un ritardo della presa in relazione alla lunghezza del palo, per ovviare ad eventuali inconvenienti che potrebbero prolungare il tempo di estrazione del tubo forma; tali accorgimenti non dovranno modificare la resistenza finale del calcestruzzo;
- il getto sia effettuato ad iniziare dal fondo foro, utilizzando un tubo convogliatore metallico di diametro di 20-26 cm, in spezzoni di circa 3 m, dotato in sommità di una tramoggia di carico della capacità di almeno 0.5-0.6 mc e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento;
- il getto del calcestruzzo avvenga impiegando il tubo di convogliamento (tubo-getto);

- l'interno del tubo-getto sia pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2.0 cm; sono escluse le giunzioni a flangia;
- il tubo di convogliamento sia posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto, è opportuno disporre entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo (ad es. in polistirolo, o costituito da un involucro di carta, riempito con materiale arido), in modo da provocare la caduta istantanea del primo calcestruzzo gettato, ed evitare azioni di contaminazione o dilavamento del calcestruzzo stesso;
- all'inizio del getto si disponga di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo getto e/o di almeno 3 ÷ 4 m di palo;
- le operazioni di getto avvengano senza soluzione di continuità; in particolare, per i pali di grande diametro, si prescrive una cadenza di getto non inferiore a 15 mc/ora;
- durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, utilizzando uno scandaglio costituito da un grave metallico, del peso di circa 0,05 kN, di forma cilindrica con fondo piatto, corredato di un filo di sospensione metrato, sia verificata la quota di riempimento del palo al fine di avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta, per valutare eventuali dispersioni;
- nel corso del getto, il tubo di convogliamento sia accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo, di 2.0 m. Per diametro del palo ≥ 1,2 m l'immersione dovrà essere almeno di 2,5 m;
- la quota di fine getto sia portata ad almeno 0.5-1.0 m al di sopra della quota di progetto prevista per la testa palo (scapitozzatura).

c.1) Getto in presenza di tubo-forma estraibile

Per quanto riguarda il getto in presenza di tubo-forma estraibile, ferme restando le prescrizioni riportate nel paragrafo precedente, L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- prima di installare il tubo-getto sia eseguita un'ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si dovrà provvedere alle operazioni di pulizia mediante air-lifting;
- il getto sia eseguito provvedendo altresì alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente di calcestruzzo non inferiore a 2 m e non superiore a 5 m;
- ogni manovra di accorciamento del rivestimento esterno e del tubo convogliatore sia preceduta dalla misurazione della quota raggiunta dal calcestruzzo.

3.5.2.1.2 Pali infissi prefabbricati

a) Prefabbricazione dei pali

La prefabbricazione dei pali potrà avvenire in stabilimento di produzione o in cantiere. In entrambi i casi, L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- i pali siano realizzati con calcestruzzo di caratteristiche conformi alle prescrizioni riportate nella Sezione "Opere in Conglomerato Cementizio" del Capitolato. La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido oppure a vapore; in ogni caso i pali dovranno raggiungere caratteristiche di resistenza alla compressione e all'urto tali da permetterne l'infissione nelle condizioni stratigrafiche del sito senza lesioni e rotture;
- nel caso di palificate da realizzare in ambienti aggressivi, qualora non previsto dal progetto, siano adottati opportuni accorgimenti tra i quali la definizione di un idoneo mix-design del cls e/o l'incremento del copriferro; altri accorgimenti, quali ad esempio vernici protettive, rivestimenti autoprotetti per proteggere la superficie esterna del palo, dovranno essere sottoposti all'approvazione preliminare della DIREZIONE LAVORI.

b) Giunzione dei pali

Nel caso di pali di lunghezza superiore a 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi. L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- il giunto sia costituito da un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire;
- gli anelli vengano saldati fra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

c) Protezione della punta

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- la punta dei pali sia protetta con una puntazza metallica formata da un cono di lamiera con angolo al vertice di 60°, resa solidale al fusto del palo tramite spezzoni di tondino saldati alla puntazza ed annegati nel calcestruzzo. In terreni poco compatti, l'uso della puntazza potrà essere evitato;
- in terreni molto compatti, la puntazza sia rinforzata con massello di ghisa o sostituita con uno spezzone di profilato in acciaio a doppio T (nel caso di roccia).

d) *Tecniche ed attrezzature per l'infissione del palo*

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- nel caso di strati granulari addensati, in cui è stato concordato con la DIREZIONE LAVORI l'utilizzo di iniezioni d'acqua per facilitare l'infissione, la discesa del palo avvenga per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura;
- le iniezioni d'acqua siano interrotte non appena superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto, e che le modalità, le pressioni e la portata del getto d'acqua siano comunicate alla DIREZIONE LAVORI;
- nel caso di esecuzione di prefori, al fine di ridurre le vibrazioni, o in alternativa all'uso delle iniezioni d'acqua, questi abbiano diametro inferiore di almeno 20 mm alla minima sezione del palo;

- il preforo non raggiunga lo strato portante, se esistente, e si fermi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.
- l'infissione dei pali sia arrestata quando si registri il raggiungimento di una delle seguenti condizioni:
  - Y arrivo alla quota di progetto;
  - Y misurazione del rifiuto alla battitura (si intende raggiunto il rifiuto quanto l'infissione, corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente, è inferiore a 2 cm).

In quest'ultimo caso, la DIREZIONE LAVORI ha facoltà di chiedere all'ESECUTORE la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, per tratti anche superiori a 0,5 m, se motivata da ragioni geotecniche particolari (es. forti sovrappressioni interstiziali).

3.5.2.1.3 Pali trivellati

3.5.2.1.3.1 Pali trivellati tradizionali

a) Tecniche ed attrezzature per la perforazione

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento, di norma, non è ammessa; solo previa autorizzazione della DIREZIONE LAVORI, L'ESECUTORE potrà utilizzarla in caso di terreni fortemente cementati o argillosi caratterizzati da valori della coesione non drenata (cu) che alla generica profondità di scavo (H) soddisfino la seguente condizione:

$$cu \geq \gamma H/3$$

Dove:

γ = peso dell'unità di volume del terreno

Per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice.

3.5.2.1.3.2 Pali trivellati con fanghi stabilizzanti

a) Preparazione del fango stabilizzante

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che il fango stabilizzante sia preparato ed utilizzato in accordo alle modalità indicate ai punti precedenti della presente sezione.

b) Perforazione

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo), sia interrotta la perforazione alcuni metri prima ed ultimata solo nell'imminenza del getto;
- in corrispondenza di ciascun palo sia infisso nel terreno un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione. Tale avampozzo dovrà avere diametro e profondità adeguati in relazione alla natura dei terreni attraversati, alle loro caratteristiche idrogeologiche ed ai macchinari utilizzati;
- una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provveda alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (es. clearing bucket o air-lifting);
- dopo aver raggiunto la quota prevista in progetto e immediatamente prima del getto, lo spessore dei depositi sul fondo non superi i 20 cm.

c) Armature

L'ESECUTORE, oltre a quanto richiesto nei paragrafi precedenti, se non diversamente previsto, dovrà verificare che, nel caso che il palo attraversi strati di sede in falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavamento del calcestruzzo in fase di getto e di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sia avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di 8÷10 mm.

d) Getto del calcestruzzo

L'ESECUTORE, dopo aver accertato la conformità a quanto richiesto nei paragrafi precedenti, se non diversamente previsto, dovrà verificare che l'assorbimento reale di calcestruzzo non ecceda il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura maggiore del 10÷20 %.

3.5.2.1.3.3 Pali trivellati con rivestimento provvisorio (tubo-forma estraibile)

a) Infissione del tubo-forma e perforazione terreno

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- il tubo-forma sia costituito da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale. E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possano dar luogo all'ingresso di terreno o acqua;
- l'infissione della tubazione di rivestimento sia ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici oppure, in terreni poco o mediamente addensati privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore. In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni oppure potrà essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo;
- la perforazione da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, sia eseguita, per la sola parte interessata all'interno del tubo-forma, imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici. Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna, adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare;

- l'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento sia sufficiente ad evitare rifluimenti a fondo foro;
- la perforazione all'interno del tubo di rivestimento sia eseguita mediante:
  - Y benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
  - Y secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica;

in entrambi i casi si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro;

- la perforazione non sia approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma;
- nel caso di presenza di falda, il foro sia costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango stabilizzante) con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda e lo scavo all'interno sia approfondito sino alla quota di progetto.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

b) Armature
L'ESECUTORE, dovrà rispettare le prescrizioni riportate ai paragrafi precedenti della presente sezione.

c) Getto del calcestruzzo
L'ESECUTORE, dovrà rispettare le prescrizioni riportate ai paragrafi precedenti della presente sezione.

3.5.2.1.3.4 Pali trivellati ad elica continua

a) Tecniche ed attrezzature per la perforazione

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- si utilizzino escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montato su asta di guida, e dotati di dispositivo di spinta;

- l'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) siano commisurate alla profondità da raggiungere;
- la perforazione sia eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare;
- il macchinario di perforazione sia dotato di dispositivo automatico di registrazione in continuo del volume di calcestruzzo gettato in funzione della profondità e del diametro del palo;
- l'anima centrale dell'elica sia cava in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo;
- all'estremità inferiore dell'anima dell'elica sia posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto;
- la perforazione avvenga di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitamento;
- il volume di terreno estratto per caricamento della trivella sia non superiore al volume teorico della perforazione;

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'ESECUTORE, con l'accordo della DIREZIONE LAVORI potrà eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale dei pali allo scopo di agevolare la perforazione.

b) Getto del calcestruzzo

I conglomerati cementizi dovranno essere conformi a quanto prescritto dal progetto e rispondere ai requisiti richiesti nella Sezione "Opere in Conglomerato Cementizio" del presente Capitolato.

L'ESECUTORE dovrà sottoporre alla DIREZIONE LAVORI per l'approvazione le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo, sia allo stato fresco che allo stato indurito; in ogni caso, la tecnica di posa in opera dell'armatura (a getto ultimato), richiede l'uso di un calcestruzzo che conservi per tutta la durata del riempimento del

palo la classe di consistenza S4. L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- l'inizio del getto avvenga solo quando sia assicurata la fornitura del calcestruzzo necessario al completamento dell'intero palo. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato;
- il calcestruzzo venga pompato entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione;
- l'estrazione dell'asta di trivellazione sia effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature eccessive, ovvero a evitare interruzioni del getto;
- il circuito di alimentazione del getto sia provvisto di un manometro di misura della pressione;
- la pressione sia mantenuta costante entro l'intervallo di pressione previsto in relazione al tipo di terreno.

c) Armature

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- la gabbia di armatura sia costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche del presente documento;
- siano adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia d'armatura entro la colonna di calcestruzzo appena formata e, se necessario, che la gabbia sia opportunamente irrigidita;
- l'inserimento della gabbia avvenga immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa.
- Variazioni a tale metodologia dovranno essere approvate dalla DIREZIONE LAVORI.

3.5.2.1.3.5 Pali con morsa giracolonna

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, etc., dovrà essere eseguita per la sola parte interessata all'interno di tubo forma provvisorio in acciaio infisso, con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna.

La tubazione dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2 a 2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici.

La perforazione all'interno del tubo di rivestimento potrà essere eseguita mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
- secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica;
- in entrambi i casi si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno di fango bentonitico con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma.

3.6 MICROPALI

3.6.1 Tipologie

Si tratta di pali che hanno un piccolo diametro (diametro del fusto minore di 300 mm per pali trivellati e diametro del fusto o estensione della massima sezione trasversale non maggiore di 150 mm per pali infissi).

Le principali applicazioni secondo le scelte previste dal progetto sono riferibili a:

- opere di fondazioni speciali o sottofondazioni;
- opere di sostegno, paratie di micropali (berlinesi a sbalzo o tirantate);
- interventi di stabilizzazione di pendii o fronti di scavo in genere;
- sostegno di reti paramassi o cucitura di rocce fessurate.

Nella presente Sezione del Capitolato sono trattati i micropali utilizzati nelle opere di fondazione.

I micropali dal punto di vista esecutivo si suddividono in:

- micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive; IRS: injection répétitive et sélective (tipo "Tubfix");
- micropali a semplice cementazione. IGU: injection globale unique (tipo "Radice").

3.6.1.1 Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive

Sono ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno e connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

3.6.1.2 Micropali a semplice cementazione

Sono realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica e connessi al terreno mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

L'armatura metallica (continua su tutta l'altezza) può essere costituita in genere:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua in tondo a.m. o liscio.

La cementazione può avvenire a semplice gravità od a bassa pressione mediante un circuito a tenuta facente capo a un dispositivo posto a bocca foro.

3.6.2 MATERIALI

L'ESECUTORE, fermo restando quanto previsto dal paragrafo "Oneri e Prescrizioni generali" della presente sezione, deve intendere le prescrizioni che seguono, relativamente alle armature metalliche e ai conglomerati cementizi, come integrative di quelle della Sezione "Opere in Conglomerato Cementizio" del presente Capitolato, che si intendono integralmente applicabili.

L'armatura metallica è costituita da:

- Profilati cavi finiti a caldo conformi alla norma UNI EN 10210;
- Profilati cavi saldati formati a freddo conformi alla norma UNI EN 10219;
- Profilati metallici a doppio piano di simmetria conformi alla norma UNI EN 10025;
- Barre di armatura (eventualmente integrativa) conformi alla norma UNI EN 10080.

Le norme sopra richiamate sono esplicitate al capitolo "Documentazione di Riferimento" della presente Sezione.

L'ESECUTORE dovrà effettuare almeno un prelievo per partita omogenea (colata) di tutti i profilati approvvigionati in cantiere al fine di verificarne le caratteristiche meccaniche in conformità a quanto richiesto dal progetto esecutivo approvato.

La DIREZIONE LAVORI potrà richiedere all'ESECUTORE diverse frequenze di prelievo del materiale in base all'importanza dell'opera.

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- le giunzioni siano realizzate a mezzo di manicotto filettato esterno;
- le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) consentano una trazione pari al 100% del carico a compressione di progetto allo SLE. È previsto un prelievo di tubazione giuntata, per fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione;

- le valvole di iniezione, ove previste, siano del tipo a "manchette", ovvero costituite da una guarnizione in gomma, tenuta in sede da due anelli metallici saldati esternamente al tubo, sul quale, in corrispondenza di ciascuna valvola, sono praticati almeno 2 fori Φ 8 mm;
- i profilati siano costituiti da elementi unici;
- il mix relativo alle malte e miscele cementizie di iniezione sia preventivamente approvato dalla DIREZIONE LAVORI e contenga le prescrizioni relative a cemento, aggregati, acqua e additivi, in conformità a quanto contenuto nella Sezione "Opere in Conglomerato Cementizio" del presente Capitolato.

3.6.3 MODALITA' ESECUTIVE

3.6.3.1 Tecniche ed attrezzature per la perforazione

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, oltre al rispetto di quanto previsto dal presente documento, dovrà verificare che:

- le perforazioni siano eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile;
- i fluidi di perforazione consistano in:
  - Y acqua;
  - Y fanghi;
  - Y aria, nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro o in altri casi proposti dall'ESECUTORE ed approvati dalla DIREZIONE LAVORI;
- sia comunicata alla DIREZIONE LAVORI l'adozione della perforazione senza rivestimenti, con impiego di fanghi stabilizzanti;
- la perforazione sia eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto;

- per la circolazione del fluido di perforazione siano utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min. e 25 bar, rispettivamente;
- nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro si utilizzino compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:
  - Y portata>l0 mc /min;
  - Y pressione 8 bar.

La perforazione "a secco" senza rivestimento di norma non è ammessa; solo previa autorizzazione della DIREZIONE LAVORI, L'ESECUTORE potrà utilizzarla in caso di terreni fortemente cementati o argillosi caratterizzati da valori della coesione non drenata (cu) che, alla generica profondità di scavo (H), soddisfino la seguente condizione:

$$cu \geq \gamma H/3$$

Dove:

γ = peso dell'unità di volume del terreno.

Per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice.

3.6.3.2 Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive

a) Allestimento del micropalo

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- completata la perforazione, si provveda a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione;
- venga quindi inserita l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto; sono preferibili i centratori non metallici;
- il tubo sia prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione;

- si proceda immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina);
- la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sia eseguita successivamente all'iniezione.

b) Formazione della guaina

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provveda immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e la parete esterna dell'armatura tubolare;
- contemporaneamente si proceda alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettuino i necessari rabbocchi di miscela cementizia;
- completata l'iniezione di guaina, si provveda a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

c) Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- trascorso un periodo di 12 - 24 ore (tempo in cui la miscela di guaina dovrà raggiungere la resistenza richiesta dal progetto esecutivo approvato) dalla formazione della guaina, si dia luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio;
- si proceda valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione;
- la massima pressione di apertura delle valvole non superi il limite di 60 bar (6 MPa); in caso contrario la valvola deve essere abbandonata;
- ottenuta l'apertura della valvola, si dia luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti dal

progetto (per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito);

- l'iniezione sia tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, nel rispetto dei valori di progetto, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage);
- i volumi di iniezione siano di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto;
- nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sia nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 - 24 ore;
- fino alla conclusione delle operazioni di iniezione, al termine di ogni fase si proceda al lavaggio interno del tubo d'armatura.

3.6.3.3 Micropali a semplice cementazione

3.6.3.3.1 Riempimento a gravità

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, avvenga tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori;
- nel caso si adotti una miscela contenente aggregati sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sia dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno > 80 mm;
- il riempimento sia proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscelazioni con il fluido di perforazione;
- venga accertata la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

- Nel caso di malta con aggregati fini o di miscela cementizia pura, senza aggregati, si potrà usare, per il getto, l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

3.6.3.3.2 Riempimento a bassa pressione

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- il foro sia interamente rivestito;
- la posa della malta o della miscela avvenga in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente;
- successivamente venga applicata al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5 - 0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione;
- si smonti la sezione superiore del rivestimento e si applichi la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta;
- si proceda analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

3.7 CONTROLLI

I controlli da effettuare dopo la realizzazione e prima dell'utilizzo, per assicurare che i pali/micropali in esame diano le garanzie di resistenza e rispetto delle caratteristiche prestazionali richieste dal progetto esecutivo approvato, si distinguono in tre tipi:

- controlli di resistenza meccanica sotto carico;
- controlli di integrità mediante prove di ammettenza meccanica (solo per i pali);
- controlli di integrità mediante prove di controllo sonico (solo per i pali).

L'esecuzione di tutte le prove previste dovrà essere descritta dall'ESECUTORE preliminarmente nella relazione tecnico-operativa.

L'ESECUTORE per ogni opera dovrà presentare alla DIREZIONE LAVORI, una relazione tecnica contenente il resoconto di tutte le prove eseguite in accordo alle prescrizioni riportate nella presente sezione.

3.7.1 PROVE IN CORSO D'OPERA

Si definiscono prove in corso d'opera, le prove effettuate su pali e micropali della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (Pmax) è ≥ 1,5 volte l'azione di progetto Pr, utilizzata per le verifiche SLE (combinazione rara).

La finalità della prova in corso d'opera è quella di verificare che:

- non esistano gravi deficienze esecutive nel palo/micropalo;
- il palo/micropalo abbia un comportamento conforme alle previsioni progettuali sotto le azioni di progetto;
- non vi sia eccessiva disomogeneità di comportamento tra i pali/micropali di una stessa palificata.

a) Estensione delle prove

L'ESECUTORE dovrà effettuare per ogni opera, avente caratteristiche strutturali e geotecniche omogenee, prove di carico assiale sui pali e micropali di progetto adottando almeno le seguenti frequenze di prova:

- n. 1 prova se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- n. 2 prove se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- n. 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- n. 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- n. 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore 5 + n/500, se il numero n di pali è superiore a 500.

E' consentito ridurre il numero di prove statiche minimo sopra indicato fino al limite dell'1% dei pali realizzati, con un minimo di 2. In tale caso deve essere garantita l'effettuazione delle prove cross-hole sul 100% delle predisposizioni, ferme restando le rimanenti prescrizioni di cui al paragrafo 6.4.3.7.2 del D.M Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

L'individuazione dei pali/micropali da sottoporre a prova sarà sempre concordata con la DIREZIONE LAVORI, la quale, in considerazione dell'omogeneità dei terreni in cui è ubicato il lotto di pali/micropali e dei risultati delle eventuali prove a carico limite eseguite per pali/micropali dello stesso diametro, potrà modificare la scelta dei pali/micropali da sottoporre a prova di carico.

b) Attività preliminari alle prove

Prima della prova l'ESECUTORE dovrà verificare, in accordo con le relative prescrizioni contenute nella presente sezione, e con quanto preliminarmente approvato dalla DIREZIONE LAVORI, che concorrano le seguenti condizioni:

- corretta predisposizione della testa del palo/micropalo;
- corretta disposizione dei dispositivi per l'applicazione e la misura del carico.
- All'atto della prova l'ESECUTORE dovrà poi controllare la corretta applicazione del carico, in accordo con la documentazione presentata ed approvata dalla DIREZIONE LAVORI e con quanto specificato nella presente sezione.

c) Modalità di prova

L'ESECUTORE eseguirà tutte le prove di carico sui pali/micropali in accordo con tutte le prescrizioni richiamate nelle norme di riferimento indicate.

Salvo diverse indicazioni di progetto le prove di carico statico dovranno essere eseguite effettuando n.2 cicli di carico-scarico, raggiungendo nel primo ciclo il carico assiale pari all'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE (combinazione rara) e nel secondo ciclo il carico massimo di prova, ovvero il medesimo carico assiale moltiplicato per 1,5 volte. Le modalità di applicazione del carico dovranno essere

effettuate mediante incrementi e decrementi graduali in accordo con le indicazioni della DIREZIONE LAVORI.

d) Resoconto delle prove

Alla fine delle prove l'ESECUTORE dovrà redigere una scheda che contenga, per ogni palo/micropalo, i seguenti dati:

- il numero di identificazione del palo rispetto alla planimetria e le caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- la stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- le caratteristiche della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, carico applicato);
- la disposizione, le caratteristiche ed i certificati di taratura della strumentazione;
- la scheda tecnica del palo, redatta all'atto dell'esecuzione;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misurazioni di ogni comparatore e i relativi valori medi;
- le note e le eventuali osservazioni;
- le tabelle ed i diagrammi completi delle letture tempo-carico-cedimento con le indicazioni dei singoli comparatori e la loro media aritmetica; Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale")
- interpretazione dei risultati della prova in relazione ai valori di progetto.

3.7.2 PROVE SU PALI STRUMENTATI

Quando richiesto dal progettista, le prove di carico assiali, oltre che di definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e la curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte preliminarmente una serie di sezioni strumentate nel fusto e alla base del palo stesso, in conformità alle indicazioni di progetto.

In tale circostanza, previa approvazione da parte della DIREZIONE LAVORI, il massimo carico assiale di prova potrà essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

3.7.3 PROVE DI CONTROLLO SONICO

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, per le attrezzature, i dispositivi e le metodologie di prova, dovrà verificare la conformità con quanto di seguito descritto.

Le prove di controllo sonico consistono in:

- carotaggio sonico;
- prove cross-hole.

3.7.3.1 Carotaggio sonico

3.7.3.1.1 Descrizione della prova

Il metodo di prova consiste nella esecuzione di un carotaggio nel palo già eseguito e nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo circostante, seguendo un percorso parallelo all'asse del palo.

La sonda sonica è composta da un elemento emettitore ed uno ricevitore, distanziati normalmente di 0,50 m in verticale.

3.7.3.1.2 Frequenza di esecuzione

La DIREZIONE LAVORI potrà richiedere l'esecuzione di carotaggi meccanici, verticali o comunque inclinati, per l'esecuzione di prove soniche. In tal caso le prove potranno essere richieste fino al limite del 5% dei pali realizzati. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti, il numero di prove potrà essere aumentato a giudizio della

DIREZIONE LAVORI. I fori eseguiti per i suddetti carotaggi dovranno essere reintegrati con iniezioni di malta di cemento di adeguata densità ed addizionata con additivo anti-ritiro in modo da ottenere la completa cementazione dei fori stessi.

La sonda viene fatta scorrere all'interno del foro ad intervalli regolari di profondità, almeno ogni 5 cm; l'elemento emettitore genera un impulso che raggiunge il ricevitore dopo essersi propagato nel calcestruzzo.

Il risultato delle misure è una diagrafica a "densità variabile" che visualizza lo stato di integrità oppure la presenza di anomalie del calcestruzzo.

A giudizio della DIREZIONE LAVORI, in alternativa alla prova come sopra descritta, si potrà procedere a prove del tipo vibrazionale eseguite dalla testa del palo.

3.7.3.1.3 Documentazione della prova

L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui saranno indicati, per ogni palo:

- dati identificativi del palo rispetto alla planimetria ;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il tipo di sonda sonica impiegata ed i relativi certificati di taratura;
- le misurazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda;
- il diagramma completo con tutte le misurazioni in funzione degli avanzamenti;

3.7.3.2 Prove cross-hole

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, per le attrezzature, i dispositivi e le metodologie di prova, dovrà verificare la conformità con quanto di seguito descritto.

3.7.3.2.1 Descrizione della prova

Le misure di cross-hole sonico (impulso su percorso orizzontale) consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo interposto tra tubi di misura.

Per l'esecuzione della prova è necessario aver predisposto tre tubi (solidali alla gabbia d'armatura) all'interno del palo prima dell'esecuzione del getto (per i pali trivellati ad elica continua, i tre tubi dovranno essere comunque solidali alla gabbia d'armatura e calati nel foro subito dopo il getto).

3.7.3.2.2 Frequenza delle prove

L'ESECUTORE dovrà predisporre, prima dell'esecuzione del getto e secondo le indicazioni della DIREZIONE LAVORI, il 30% dei pali non in alveo per l'effettuazione del controllo dell'esecuzione con il metodo "cross hole". Per i pali in alveo e in zone golenali questa predisposizione dovrà essere estesa al 100% dei pali.

L'attrezzaggio dovrà essere eseguito mediante la predisposizione di almeno tre tubazioni metalliche o in PVC a 120° preassemblate sull'armatura del palo, aventi diametro interno non inferiore ad 1 pollice e mezzo. L'utilizzo di tubazioni in PVC è subordinato all'approvazione della DIREZIONE LAVORI.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.

La prova dovrà essere eseguita sui pali indicati dalla DIREZIONE LAVORI, e dovrà riguardare 1/3 dei pali predisposti. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti il numero di prove potrà essere aumentato a giudizio della DIREZIONE LAVORI.

In uno dei fori predisposti viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevente. Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il calcestruzzo. L'esito delle prove sarà registrato con strumentazioni digitali.

3.7.3.2.3 Documentazione della prova

L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui saranno indicati, per ogni palo:

- dati identificativi del palo rispetto alla planimetria ;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;

- il tipo di sonda sonica impiegata ed i relativi certificati di taratura;
- le misurazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda;
- il diagramma completo con tutte le misurazioni in funzione degli avanzamenti;

3.7.3.3 PROVE DI AMMETTENZA MECCANICA (TRANSIENT DYNAMIC RESPONSE TEST)

L'ESECUTORE se non diversamente previsto, per le attrezzature, i dispositivi e le metodologie di prova, dovrà verificare la conformità con quanto di seguito descritto.

Le prove di ammettenza meccanica, anche dette ecometriche, potranno essere eseguite, a discrezione della DIREZIONE LAVORI, su pali non sottoposti ad altra prova (a meno di quelle necessarie per le correlazioni con i risultati delle cross hole) ed aventi caratteristiche (dimensioni, materiali, terreno, ecc.) identiche a quelle di pali assoggettati alla prova di carico assiale. Lo scopo è verificare, in modo non distruttivo, la profondità e l'eventuale presenza di difetti lungo l'altezza dei pali.

3.7.3.3.1 Descrizione della prova

Il principio su cui si basano le prove ecometriche, è quello dell'analisi della propagazione delle onde elastiche all'interno di un mezzo continuo. Il palo viene messo in vibrazione da una forza impulsiva assiale esercitata mediante l'impiego di un semplice martello. L'onda di compressione generata dal colpo del martello sull'estremità superiore del palo si propaga verso il basso all'interno del palo stesso; giunta alla base in assenza di discontinuità, l'onda subisce una parziale riflessione verso l'alto ed alla testa del palo essa è rilevata da un geofono.

3.7.3.3.2 Modalità di esecuzione

Il palo deve essere preparato mediante spianamento e regolarizzazione della testa; lo spessore della malta deve essere non superiore a 5 cm.

Nel caso di impiego di eccitatore a masse eccentriche, occorre inserire nella testa del palo dei tirafondi di ancoraggio.

Vengono inseriti i dati riguardanti il palo da investigare e si impostano i fattori di elaborazione del segnale (filtri, amplificazione del segnale, velocità di propagazione, ecc.). Il sensore (geofono), collegato alla centralina, viene posto a contatto con la

testa del palo da investigare, e con il martello si batte un colpo. L'onda d'urto prodotta e la risposta del palo vengono registrati ed elaborati dalla centralina elettronica e quindi visualizzati sul display.

L'eccitazione dinamica può essere ottenuta anche mediante un eccitatore a masse eccentriche, in grado di applicare una forza oscillante secondo una sinusoide di frequenza nota, variabile in genere da 20 a 100 Hz.

La risposta fornisce un "riflessogramma" mediante la cui analisi si diagnostica la presenza di eventuali difetti nel palo e la sua lunghezza.

3.7.3.3.3 Documentazione della prova

Oltre a quanto indicato ai paragrafi precedenti e ai dati generali identificativi del palo e delle condizioni di esecuzione della prova, devono essere riportati nella documentazione tutti i diagrammi e i risultati delle misure effettuate.

3.8 TOLLERANZE DI COSTRUZIONE

3.8.1 OBIETTIVI

Il presente paragrafo indica i valori delle tolleranze di costruzione ritenute significative per stabilire l'accettazione di opere/parti d'opera realizzate dall'Esecutore.

Il rispetto delle tolleranze indicate significa conformità dell'opera al progetto.

Valori riscontrati eccedenti i limiti di seguito indicati comportano l'apertura di non conformità e il relativo trattamento (demolizione, rilavorazione, riparazione, accettazione tal quale con eventuale detrazione o deprezzamento).

3.8.2 DEFINIZIONI

- Tolleranza: intervallo entro il quale deve essere compreso il valore effettivo di un certo parametro per ritenere il manufatto conforme e remunerabile secondo contratto.
- Valore teorico: valore di un parametro indicato in progetto.
- Valore effettivo: valore del parametro richiesto misurato sul manufatto costruito.

- Precisione: minima entità della misura che si deve essere in grado di rilevare, ovvero livello di apprezzamento strumentale.
- Valore nominale: prescrizione contrattuale (progetto, capitolato).

3.8.3 MODALITÀ DI LETTURA

Le tolleranze non sono cumulative. In caso di più di una indicazione, è sempre vincolante quella più restrittiva.

Una tolleranza positiva (+) aumenta il valore o la dimensione alla quale essa è applicata o alza la quota di un livello.

Una tolleranza negativa (-) diminuisce il valore o la dimensione alla quale essa è applicata o abbassa la quota di un livello.

Una tolleranza priva di segno è da intendersi positiva (+) e negativa (-).

Ove è precisata una tolleranza con un singolo segno positivo (+) o negativo (-) non esiste limite nel campo restante.

Nella colonna "ulteriore limitazione" viene indicato il limite massimo della tolleranza ammessa in valore assoluto.

OGGETTO DEL CONTROLLO	DESCRIZIONE PARAMETRO DI CONTROLLO		UNITA' DI MISURA	PRECISIONE	VALORE NOMINALE	TOLLERANZA		ULTERIORE LIMITAZIONE	
1- PALO TRIVELLATO	1.1	Coordinate planimetriche centro palo (generico)	mm	5	di progetto	10% Φ		75	
	1.2	Coordinate planimetriche centro palo (paratia di pali)	mm	5	di progetto	5% Φ		50	
	1.3	Verticalità (palo in gruppo, completamente interrato)	%	0.4	0	2			
	1.4	Verticalità (paratia di pali)	%	0.4	0	1			
	1.5	Inclinazione (palo inclinato)	%	0.4	di progetto	4			
	1.6	Lunghezza "L" palo	mm	20	di progetto	L/100			
	1.7	Diametro "Φ" palo finito	mm	5	di progetto	-2% Φ	+5% Φ		

	1.8	Quota testa palo	mm	10	di progetto	50			
	1.9	Interasse "i" staffe palo	mm	5	di progetto	-20% i	+10% i		
	1.10	Copriferro armatura metallica palo	mm	1	60	-10			
	1.11	Spessore lamierino di protezione	mm	0.1	di progetto	-0.5			
2- MICROPALO	2.1	Coordinate planimetriche centro micropalo	mm	5	di progetto	10% Φ		20	
	2.2	Verticalità micropalo	%	0.4	0	2			
	2.3	Direzione asse micropalo (inclinato)	%	1/250	di progetto	4			
	2.4	Lunghezza micropalo	mm	10	di progetto	L/100			
	2.5	Diametro "Φ" micropalo finito	mm	5	di progetto	-2% Φ	+5% Φ		
	2.6	Quota testa palo	mm	10	di progetto	50			
3-PALO BATTUTO IN CLS	3.1	Dimensione sezione retta	mm	1	di progetto	-1	6		
	3.2	Deviazione dalla linearità (misurata su 3 m di lunghezza)	mm	1	0	6			
	3.3	Distanza del centro di una generica sezione retta, dalla linea retta congiungente i centri delle due sezione estreme (distanti "L")	mm	1	0	L/500	L/500		

4 RAISE BORING

La presente specifica riporta le prescrizioni minime per la realizzazione di una perforazione verticale o inclinata in roccia, mediante la metodologia di Raise Boring.

Se non è esplicitamente escluso, tutti gli oneri, derivanti dall'osservanza della specifica nella esecuzione dei lavori qui previsti, sono a carico dell'Appaltatore.

Con Raise Boring si definisce la tecnica mediante la quale è possibile eseguire "perforazioni" fino a diametro massimo di circa 6,00 m (compatibilmente con i diametri delle teste alesanti disponibili in commercio), verticali o inclinate fino a 45°, in rocce che risultino geomeccanicamente stabili o rese tali.

Nella fattispecie, la tecnica di Raise Boring è applicabile solo in formazioni rocciose con caratteristiche geomeccaniche minime di seguito riassunte:

- UCS (uniaxial compression strenght) – resistenza a compressione monoassiale > 5 MPa
- RQD ≥ 25
    - Classificazione geomeccanica: ≥ classe IV secondo RMR System (Beniawsky)
    - ≥ 4 secondo Q-values (Burton)

L'effettiva capacità autoportante dell'ammasso roccioso deve essere valutata per il progetto specifico analizzando anche eventuali instabilità locali (es. cunei instabili), faglie, discontinuità dell'ammasso relativamente al diametro di alesaggio da eseguire.

Per l'analisi di costi e performance devono essere a disposizione:

- indagini geognostiche e relative prove di laboratorio
- i parametri geotecnici sopra riportati
- indice di abrasività CAI (Cerchar Abrasivity Index) o equivalente
- elaborati progettuali contenenti planimetria, sezioni e profili, a scale adeguate, con le indicazioni delle caratteristiche geometriche della trivellazione e l'individuazione delle aree necessarie all'esecuzione dei lavori;

Tali parametri devono essere forniti in fase di gara dall'Ente Appaltante.

La tecnologia di raise boring non è applicabile a terreni e suoli siano essi coesivi o incoerenti, detriti di versante, depositi glaciali e alluvionali, rilevati antropici ecc. ecc. a meno che siffatti terreni siano stati preventivamente trattati con tecniche che ne garantiscano un comportamento, a seguito di trattamento e consolidamento, paragonabile ad un conglomerato cementizio.

Tale tecnica si sviluppa in due fasi: la prima prevede l'esecuzione del FORO PILOTA dall'alto verso il basso, seguita successivamente dalla seconda detta ALESAGGIO che prevede l'allargamento al diametro richiesto ed in un'unica passata del foro pilota precedente eseguito ma procedendo dal basso verso l'alto. Il materiale fresato cadrà per gravità nella galleria sottostante ed il personale addetto allo smarino dovrà provvedere a rimuovere lo stesso con una frequenza proporzionale alla capacità di fresatura e/o di rimozione. L'alesaggio avrà termine quando i cutters della testa arriveranno a rompere il calcestruzzo di fondazione sotto le putrelle di ancoraggio della macchia prima; per impedire l'operatività della testa alesante, l'area di basamento da fresare non deve essere avere ferri d'armatura.

La condizione che rende possibile l'intervento di Raise Boring è che sia accessibile la parte terminale della perforazione del foro pilota che deve sbucare naturalmente all'aperto o in una galleria o cunicolo precedentemente scavati.

Il Foro Pilota consiste in una perforazione della roccia a roto distruzione libera o direzionata con sollevamento alla sommità del foro in esecuzione del materiale di perforazione prodotto mediante circolazione di aria compressa o acqua in pressione o sistema misto di aria compressa ed acqua. Perforazione della roccia a rotodistruzione di nucleo sino alla fuori uscita dell'utensile di perforazione dalla parte opposta dell'ammasso roccioso o della galleria sottostante.

La tolleranza di esecuzione statistica propria del sistema può variare tra lo 0,1% ed il 3% della totale lunghezza del pozzo e ciò in generale a seconda che la perforazione sia verticale o inclinata. La tolleranza a valore più basso è naturalmente possibile nelle perforazioni verticali con l'utilizzo di sistema di controllo della verticalità in fase di perforazione del foro pilota. Tali tolleranze sono comunque influenzate dal tipo di

rocce attraversate, dalla geomorfologia delle stesse, dalla lunghezza del pozzo ecc. e non possono essere garantite.

L'Alesaggio consiste invece nell'allargamento di questo primo foro e viene ottenuto applicando alla testa della batteria di aste, in sostituzione del precedente utensile di perforazione, una Testa Alesante del diametro richiesto e dotata di adeguati utensili di scavo (cutters a bottoni) che, messa a contrasto contro la roccia consente di scaricare sulla roccia carichi puntuali tali da consentire il frantumarsi della stessa. Il materiale di risulta cade per gravità al fondo del pozzo.

La responsabilità della scelta dell'attrezzatura più idonea per l'esecuzione dell'intervento di Raise Boring è a totale carico dell'Appaltatore.

Il Raise Boring Machine (RBM) è la macchina che fornisce la potenza e la coppia necessarie al sistema aste-utensile di perforazione-testa alesante per eseguire il foro pilota e successivamente allargarlo a diametro di progetto.

L'Appaltatore deve mettere a disposizione tutto il complesso di attrezzature della RBM necessario a dare l'opera compiuta; tale complesso di attrezzature deve essere costituito da:

- L'unità Derrik quale macchina base. Detta unità è composta da due parti principali: una parte traslante che si sposta verticalmente su colonne di guida con una corsa di circa 2 metri ed una parte fissa rigidamente ancorata al basamento che comprende, oltre alle colonne di guida, la tavola di lavoro ed i registri di inclinazione. La parte traslante comprende il sistema motore elettrico-riduttore epicicloidale che trasmettono la rotazione alle aste di perforazione ed il sistema di 2 o più cilindri idraulici che trasmettono la forza di spinta o di tiro alle aste di perforazione e quindi all'utensile di perforazione o alla testa alesante rispettivamente per le fasi di perforazione ed alesaggio del pozzo. Applicato all'unità Derrik si trova il posizionatore idraulico delle aste, necessario alla movimentazione delle aste da e per la macchina base.
- La platea di ancoraggio della RBM dimensionata sulla base dell'attrezzatura scelta, fondante su roccia in sito, pulita e lavata. Il substrato roccioso deve garantire un appoggio sicuro e stabile della RBM.

- Le travi di basamento della macchina base posizionate sulla platea di calcestruzzo e chiodate a roccia; bullonatura su questa delle scarpe di appoggio della R.B.M. e realizzazione di rampa, con materiale di risulta, per consentire la salita del mezzo cingolato sulle travi di basamento.
- Uno o più specifici quadri elettrici che ricevono e distribuiscono l'alimentazione elettrica alle diverse parti della macchina;
- Una centrale idraulica che fornisce la possibilità di sollevamento e discesa controllati della macchina prima nonché la potenza necessaria alla movimentazione da e per la macchina delle aste di perforazione;
- Una Control Consolle attraverso la quale l'operatore imposta i parametri di lavorazione e tiene sotto controllo costantemente lo svilupparsi delle fasi operative.
- Un sistema di cavi elettrici e tubi idraulici di interconnessione delle diverse unità costituenti la RAISE BORING MACHINE
- La batteria di perforazione sarà composta dalle seguenti parti:
    - Tricono di perforazione ad inserti (tungsten carbide tricon bit).
    - Stabilizzatore a rulli porta utensile di perforazione (roller stabilizer)
    - Stabilizzatori a costole in numero da 2 a 4 di pari diametro del foro (six rib stabilizer)
    - Aste di perforazione ad alta resistenza (high strength rods) che a secondo del diametro impiegato saranno conseguentemente di Ø 10" o 11 ¼" o 12 7/8".

L'appaltatore deve predisporre le seguenti utenze necessarie:

- Aria compressa nella misura minima di 30.000 litri/minuto a 14 bar;
- Acqua industriale, anche riciclata, nella misura minima di 1.200 litri/minuto a 14 bar;
- Energia Elettrica a 400V, 3F+T+N nelle potenze necessarie al corretto funzionamento dell'attrezzatura scelta.

La scelta ed il numero e tipo degli utensili di perforazione (tricono) e delle teste alesanti corredate dei relativi cutters, dovrà essere fatta dall'Appaltatore in funzione del diametro progettuale previsto e delle caratteristiche geo-fisiche delle rocce da scavare. Le usure degli utensili di perforazione ed alesaggio devono essere considerate nel prezzo di scavo.

L'Appaltatore dovrà evitare ogni dispersione nell'ambiente circostante di polveri o fluidi risultanti dalle operazioni di scavo. In particolare, dovrà provvedere per proprio conto alla realizzazione di un sistema di decantazione e/o riciclo delle acque di perforazione, alla raccolta ed eventuale smaltimento dei detriti rocciosi di risulta secondo la Normativa vigente. L'Appaltatore dovrà anche assicurarsi che l'acqua utilizzata per il trasporto del materiale di scavo prima di essere rilasciata rispetti le normative vigenti in fatto di contenuto e trasporto di solidi sospesi e sostanze inquinanti. L'Appaltatore deve provvedere a portare a deposito definitivo individuato in ambito cantiere o a discarica il materiale di risulta proveniente dall'esecuzione degli scavi.

Per la preparazione dei siti e per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte l'Appaltatore deve prevedere le seguenti lavorazioni:

- esecuzione delle strade di accesso alle aree di lavoro;
- installazione del cantiere di monte e di valle e delimitazione con apposita recinzione delle aree di cantiere, compresa la predisposizione delle aree per containers e stoccaggio materiali;
- preparazione dell'area per il posizionamento della RBM e l'esecuzione della platea per il posizionamento della RBM, comprese le eventuali opere di consolidamento che si rendessero necessarie;
- preparazione dell'area per intesto alesaggio in galleria;
- preparazione delle aree per lo smarino;
- i trasporti in A/R di tutte le attrezzature;
- il trasporto e posizionamento dell'alesatore al piede della trivellazione;

- operazioni di smarino al fondo del pozzo.

In aggiunta a quanto previsto nei punti precedenti, l'Appaltatore dovrà fornire:

- caratteristiche tecniche della macchina utilizzata;
- procedure relative alle modalità di esecuzione della trivellazione;
- specifiche tecniche delle attrezzature utilizzate per l'esecuzione della trivellazione;
- i possibili interventi che l'Appaltatore ritiene di effettuare in caso di avaria di qualche organo principale durante la realizzazione della trivellazione;
- la lista dei pezzi di ricambio disponibili in cantiere;
- la lista del personale impiegato nelle varie fasi di lavoro;
- il piano di sicurezza in conformità al documento "Piano di Sicurezza e di Coordinamento" fornito dal Committente.
- Tale documentazione dovrà essere sottoposta all'approvazione del Committente prima dell'inizio dei lavori.

L'Appaltatore deve fornire un programma dei lavori con l'indicazione dei tempi relativi alle singole operazioni.

Alla conclusione dei lavori descritti nella presente specifica, l'Appaltatore deve provvedere allo sgombero delle aree di lavoro ed al ripristino delle stesse.

Eventuali modifiche alle modalità di esecuzione previste nella presente specifica dovranno essere preventivamente approvate per iscritto dal Committente.

5 Strumentazione e apparati di Telecontrollo e automazione

5.1 Scopo e campo di applicazione

Le prescrizioni contenute si applicano a tutti gli elementi costituenti i sistemi di telecontrollo e le relative apparecchiature per la misurazione di parametri fisici e/o chimici.

Nel seguito sono definite:

- I protocolli di comunicazione verso lo SCADA
- Specifiche tecniche dei quadri RTU e quadri di networking
- Specifiche tecniche della strumentazione di progetto

Per tutti gli altri dettagli si fa riferimento alla relazione specifica "Relazione Impianti di Telecontrollo"

5.2 Protocolli di comunicazione verso lo SCADA

Le RTU che saranno equipaggiate con SIM, di fornitura della stazione appaltante, devono predisporre lo scambio dati utilizzando il protocollo standard IEC 60870-5-104.

Ogni RTU installata dovrà avere a bordo una Memory Card MMC (dimensione 16GB) per l'acquisizione di tutti i dati di processo.

5.2.1 Caratteristiche degli apparati periferici RTU

Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti:

- L'apparato RTU dovrà essere equipaggiato con CPU;
- Ogni RTU installa dovrà avere a bordo del proprio PLC un Memory Card MMC (dimensione 16GB) per l'acquisizione di tutti i dati di processo

- Ogni RTU dovrà avere a bordo del proprio Quadro Elettrico un HMI di dimensione 12" TFT a colori
- L'apparato RTU dovrà essere predisposto per gestire le seguenti sessioni logiche verso lo SCADA (multisessione IEC104)
- L'apparato RTU deve essere dotato di interfacce LAN dedicate per garantire che la connettività verso i sistemi terzi avvenga su segmenti di LAN fisicamente separati dal resto dell'impianto e da altri servizi

5.2.2 Caratteristiche degli apparati periferici Router Switch

Le caratteristiche degli apparati Router / Switch (sia quadro RTU che Networking) devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti:

- L'apparato Router / Switch dovrà essere conforme alle specifiche IEC-61850-3 e IEC-1613;
- Supporto alla criptazione (IPSEC);
- Possibilità di Interfacciarsi con collegamenti in Fibra Ottica Multimodale;
- Supporto ai protocolli di Routing più comuni.

5.2.3 Protocollo di comunicazione

Gli apparati RTU comunicano in multisessione con i sistemi mediante protocollo applicativo IEC 60870-5-104, le cui caratteristiche principali sono indicate di seguito.

Il protocollo deve implementare la multisessione effettiva prevista dalla norma.

Operatività e performance dell'apparato RTU

- Tutti i segnali e/o misure saranno trasmesso ciclicamente

5.2.4 Diagnostica RTU

Nell'apparato RTU deve essere implementata la diagnostica in conformità al citato profilo IEC-104. Tutti gli oggetti di diagnostica devono essere trasmessi con

messaggi 104 con causa trasmissione "spontanea" e con ciclo di background a 1 minuto. Gli oggetti di diagnostica da implementare sono:

- RTU guasto
- RTU attivo
- RTU sincronizzabile
- Alimentazione principale guasta
- CPU on line
- CPU operabile
- Cyber Security

Al fine di rendere sicuro il colloquio tra i vari RTU e lo SCADA del sistema di controllo si impone l'utilizzo di connessioni Virtual Private Network (VPN).

5.3 SPECIFICA TECNICA DEGLI APPARATI TLC

5.3.1 QUADRO TLC / RTU

I quadri TLC /RTU dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche ai fini accettabilità in cantiere e collaudo degli impianti in oggetto.

Il quadro elettrico dedicato sarà realizzato con una cassetta monoblocco in materiale termoplastico stampato ad iniezione autoestinguente (stagno IP 66 conforme alle norme CEI EN 60529 - isolamento in classe II) e provvista di piastra di fondo zincata a caldo, porta cieca apribile con attrezzo, controporta trasparente con serratura, pannelli ciechi o finestrati, guide DIN , staffe di fissaggio a parete o piantana per il fissaggio a pavimento

Con riferimento allo Schema Tipo, annex_3 all'interno del quadro saranno montate e connesse le seguenti apparecchiature:

Generale Quadro

Sigla = 10QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 25A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

Blocco differenziale, a 2 poli, tipo AC, In: 40 A, 30 mA, Un AC: 230 V,

Intervento istantaneo, a protezione delle apparecchiature all'interno del quadro.

Presenza Tensione 230VAC

Sigla = 10KA1

Relè 230 VAC con 2 contatti in scambio, 5 A/250 Vc.a., terminali ad innesto, + LED per segnalazione dello stato del relè

Protezione Scaricatore

Sigla = 11QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 10A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

a protezione dello scaricatore

Scaricatore

Sigla = SC1

Scaricatore di sovratensione tipo 2 classe di requisiti C, UC 350V moduli di protezione inseribili a 2 poli, 1+1 circuito per sistemi TN-S e TT forma costruttiva stretta,

lo scaricatore sovratensioni proteggerà tutto l'impianto da sovratensioni indotte da fenomeni atmosferici naturali come ad esempio i fulmini.

Norma IEC 61643-11: 2011, EN 61643-11: 2012

Protezione Presa PG

Sigla = 11QF2

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 10A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

a protezione della presa.

-Presa PG

Sigla = 11XS1

Presa Schuko 16 A secondo DIN VDE 0620 per montaggio in quadri di distribuzione, a servizio dell'alimentazione di eventuale computer

Protezione Arrivo Alimentatore

Sigla = 12QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 6A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

Alimentatore

Sigla = 12T1

Alimentatore stabilizzato ingresso: AC 120/230 V uscita: DC 24 V/10 A.

Tensione di uscita impostabile per la compensazione di cadute di tensione

Campo di temperatura 0 ... +60 °C

Sigla = 12T3

Modulo di ridondanza 2 ingressi / 1 uscita DC 24/48V/20 A adatto per il disaccoppiamento di due alimentazioni

DATI D'INGRESSO

Intervallo tensione in entrata	12 V DC ….. 24 V dc
Range tensione d'ingresso	10 V DC …. 30 V DC
Corrente nominale di ingresso	2 x 10 A
Max corrente d'ingresso	2 x 15 A
Corrente nominale di uscita (In)	20 A

Sigla = 121

Modulo di ridondanza 2 ingressi / 1 uscita DC 24/48V/10 A adatto per il disaccoppiamento di due alimentazioni

Sigla = 12T2

Modulo DC-UPS 24 V/6 A alimentatore di continuità con interfaccia

Seriale. Ingresso: DC 24 V/6,85 A uscita: DC 24 V/6 A.

Contatti per segnalazione di funzionamento dell'UPS:

carica batteria >85%

presenza allarmi

tensione da rete o batteria

Sigla = 12wB1

Morsettiere di distribuzione con marchio IMQ di tipo bipolare 125A 7 fori per connessione filo unipolare

Fissaggio diretto su guida DIN.

Sigla = 12GB1 - 12GB2

Batterie al piombo 12V 7Ah

Sigla = 12KA1 - 12KA2 - 12KA3

Relè 230 VAC con 2 contatti in scambio, 5 A/250 Vc.a., terminali ad innesto, LED per segnalazione dello stato del relè

Lampade segnalazione

Sigla = 12AHL1 - 12AHL2 - 12AHL3 - 12AHL4

Indicatore luminoso foro 22 mm rotondo in plastica con LED integrato AC/DC 24V, morsetto a vite.

La colorazione della gemma rispetta i requisiti richiesti dalla norma CEI 60204-1

Protezione CPU

Sigla = 13QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 10A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

a protezione della CPU (24VDC)

Sigla = 13D1

CPU: unità centrale con memoria di lavoro 1MByte per programma e 5MByte per i dati con le seguenti interfacce e caratteristiche:

interfaccia Profinet IRT

Interfaccia Ethernet

Interfaccia Profibus

Perfomance a bit di 10ns

Slot per memory card per archiviazione dati e programma > 16GB

Protezione HMI

Sigla = 14QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 10A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

a protezione del HMI (24VDC)

Sigla = 14A1

Touch panel TFT widescreen da 12", 16 milioni di colori, con le seguenti interfacce e caratteristiche:

Interfaccia Profinet

Interfaccia PROFIBUS DP

Slot per memory card per archiviazione dati e programma

Sistema operativo Windows CE 6.0

Protezione Switch

Sigla = 15QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 10A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

a protezione dello Switch (24VDC)

Sigla = 15

Router 4G; per la comunicazione IP wireless di apparecchiature di automazione basate su Ethernet, tramite LTE ottimizzato per reti mobili (4G) per l'impiego in Europa, VPN, firewall, NAT; switch a 4 porte; 2x antenne SMA, tecnologia MIMO; 1xingr. digit., 1xusc. digit.;

Sigla = 15A1

Switch IE Managed Layer 2;

certificato IEC 62443-4-2;

12 porte RJ45 da 10/100 Mbps;

porta per console;

LED di diagnostica

Contatto di scambio per segnalazione anomalia switch

Possibilità di alimentazione ridondante;

temperatura di esecizio -40°C a +70 °C;

montaggio guida DIN

Funzionalità Office (RSTP, VLAN,...);

dispositivo PROFINET IO;

conforme a Ethernet/IP;

Sigla = 15X1

Presa RJ45 da pannello, per collegamento al sistema, dall'esterno del quadro.

Protezione Schede

Sigla = 16QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 10A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

a protezione delle schede (24VDC)

Sigla = 13A1

Modulo di ingressi digitali DI 32xDC 24V , 32 canali in gruppi di 16; di cui 2 ingressi utilizzabili per conteggio ; ritardo di ingresso 0,05..20ms tipo di ingresso 3 (IEC 61131); diagnostica; interrupt di processo: connettore frontale

Sigla = 13A2

Modulo di uscite digitali DQ 16xDC 24V/0,5A ; 16 canali in gruppi di 8; 4A per ogni gruppo; diagnostica di canale singolo; valore sostitutivo: contatore dei cicli di manovra per gli attuatori collegati. L'unità supporta la disinserzione in sicurezza dei gruppi di carico fino a SILCL2 secondo EN 62061:2005 + A2:2015, e categoria 3 / PL d secondo EN ISO 13849-1:2015. connettore frontale

Sigla = 13A3 - 13A4

Moduli di ingressi analogici AI 8xU/R/RTD/TC , risoluzione 16 bit, fino a 21 bit risoluzione per RTD e TC, precisione 0,1 %, 8 canali in gruppi da 1, tensione di modo comune: AC 30 V/DC 60 V, diagnostica; interrupt di processo scalabile campo di misura della temperatura, termocoppia tipo C, calibrazione in RUN;

fornitura compresa di un elemento di alimentazione, staffa per schermo e morsetto dello schermo: connettore frontale

Sigla = 13A5

Modulo di uscite analogiche AQ8xU/I , risoluzione 16 bit, precisione 0,3%, 8 canali in gruppi di 8, diagnostica; valore sostitutivo 8 canali in 0,125 ms Oversampling; l'unità supporta la disinserzione in sicurezza dei gruppi di carico fino a SILCL2 secondo EN 62061:2005 + A2:2015, e categoria 3 / PL d secondo EN ISO 13849-1:2015. fornitura compresa di un elemento di alimentazione, staffa per schermo e morsetto dello schermo: connettore frontale

Sigla = 13A6

Modulo di comunicazione per collegamento seriale RS-422 e RS-485, Freeport, 3964 (R), USS, Master MODBUS RTU, slave, 115200 kBit/s, presa Sub D 15 pin

Sigla = 13A7

Unità di comunicazione DNP3 e IEC 60870-5-101/104 con tre interfacce RJ45 per comunicazione tramite reti basate su IP (WAN / LAN) e una interfaccia RS 232/RS 485 interfaccia per comunicazione tramite classiche reti WAN

RELE'

Sigla = Da 21KA1 a 21KA8 e da 22KA1 a 22KA8

Relè 24 VDC con 2 contatti in scambio, 5 A/250 Vc.a., terminali ad innesto, + LED per 8 segnalazione dello stato del relè

Sigla = Da B231 a B284

convertitore di segnale isolatore passivo, a 1 canale ingresso: 4-20 mA uscita: 4-20 mA Larghezza 6,2 mm morsetto a vite

5.3.2 QUADRO NETWORKING

I quadri NETWORKING dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche ai fini accettabilità in cantiere e collaudo degli impianti in oggetto.

Il quadro elettrico dedicato sarà realizzato con una cassetta monoblocco in materiale termoplastico stampato ad iniezione autoestinguente (stagno IP 66 conforme alle norme CEI EN 60529 - isolamento in classe II) e provvista di piastra di fondo zincata a caldo, porta cieca apribile con attrezzo, controporta trasparente con serratura, pannelli ciechi o finestrati, guide DIN , staffe di fissaggio a parete o piantana per il fissaggio a pavimento

Con riferimento allo Schema Tipo, Annex 4 all'interno del quadro saranno montate e connesse le seguenti apparecchiature:

Generale Quadro

Sigla = 10QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 25A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

Blocco differenziale, a 2 poli, tipo AC, In: 40 A, 30 mA, Un AC: 230 V,

Intervento istantaneo, a protezione delle apparecchiature all'interno del quadro.

Presenza Tensione 230VAC

Sigla = 10KA1-

Relè 230 VAC con 2 contatti in scambio, 5 A/250 Vc.a., terminali ad innesto, + LED per segnalazione dello stato del relè

Protezione Scaricatore

Sigla = 11QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 10A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

a protezione dello scaricatore

Scaricatore

Sigla = SC1

Scaricatore di sovratensione tipo 2 classe di requisiti C, UC 350V moduli di protezione inseribili a 2 poli, 1+1 circuito per sistemi TN-S e TT forma costruttiva stretta,

lo scaricatore sovratensioni proteggerà tutto l'impianto da sovratensioni indotte da fenomeni a atmosferici naturali come ad esempio i fulmini.

Norma IEC 61643-11: 2011, EN 61643-11: 2012

Protezione Presa PG

Sigla = 11QF2

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, C, 10A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

a protezione della presa.

Presa PG

Sigla = 11XS1

Presa Schuko 16 A secondo DIN VDE 0620 per montaggio in quadri di distribuzione, a servizio dell'alimentazione di eventuale computer

Protezione Arrivo Alimentatore

Sigla = 12QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, classe C, 6A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

Alimentatore

Sigla = 12T2

Alimentatore stabilizzato ingresso: AC 120/230 V uscita: DC 24 V/10 A.

Tensione di uscita impostabile per la compensazione di cadute di tensione

Campo di temperatura 0 ... +60 °C

Sigla = 12T1

Modulo DC-UPS 24 V/6 A alimentatore di continuità con interfaccia

Seriale. Ingresso: DC 24 V/15 A uscita: DC 24 V/15 A.

Contatti per segnalazione di funzionamento dell’UPS:

carica batteria >85%

presenza allarmi

tensione da rete o batteria

Sigla = 12T3

Modulo di ridondanza 2 ingressi / 1 uscita DC 24/48V/20 A adatto per il disaccoppiamento di due alimentazioni

DATI D'INGRESSO

Intervallo tensione in entrata	12 V DC ….. 24 V dc
Range tensione d'ingresso	10 V DC …. 30 V DC
Corrente nominla di ingresso	2 x 10 A
Max corrente d'ingresso	2 x 15 A
Corrente nominale di uscita (In)	20 A

Sigla = 12GB1 - 12GB2

Batterie al piombo 12V 7Ah

Sigla = 12KA1 - 12KA2 - 12KA3

Relè 24 VDC con 2 contatti in scambio, 5 A/250 Vc.a., terminali ad innesto, + LED per segnalazione dello stato del relè

Distributore di fase

Sigla = 12WB1

Morsettiere di distribuzione con marchio IMQ di tipo bipolare 125A 7 fori per connessione filo unipolare

Fissaggio diretto su guida DIN.

Lampade segnalazione

Sigla = 13HL1 - 13HL2 - 13HL3 - 13HL4 - 13HL5

Indicatore luminoso foro 22 mm rotondo in plastica con LED integrato AC/DC 24V, morsetto a vite.

La colorazione della gemma rispetta i requisiti richiesti dalla norma CEI 60204-1

Protezione Switch

Sigla = 14QF1

Interruttore magnetotermico 400V 6kA, a 2 poli, classe C, 10A potere di interruzione corrente

secondo EN 60898 / valore nominale 6 kA

secondo IEC 60947-2 / valore nominale 6 kA

Sigla = 14

Switch manageable IE Switch di Layer 2 con protocollo Turbo Ring 2;

certificato IEC 62443-4-2;

12x 10/100 Mbit/s porte RJ45;

4x 1000 Mbit/s porte Combo (1000 Mbit/s SFP o porte RJ45 da 10/100/1000 Mbit/s utilizzabili);

1x porta console;

LED di diagnostica;

alimentazione di tensione ridondante;

campo di temperatura .-40 °C...+70 °C;

montaggio su guida DIN;

funzioni di ridondanza;

Office Features (RSTP, VLAN,...);

PROFINET IO Device;

conforme a Ethernet/IP

Sigla = 14KA1

Relè 2230 VAC con 2 contatti in scambio, 5 A/250 Vc.a., terminali ad innesto, LED per segnalazione dello stato del relè

Sigla = 14X1

Presa RJ45 da pannello, per collegamento al sistema, dall'esterno del quadro.

5.4 STRUMENTI IN CAMPO

5.4.1 Misuratori di portata elettromagnetico

Misuratore di portata elettromagnetico DN 500/DN600

Applicazione: per il settore delle acque potabili.

Tubo di misura in acciaio inox, attacchi flangiati PN 1,6 MPa

Versione: Flange fisse, tipo 0 DN, senza restrizione

Elettrodi: acciao inox AISI 316L

Misura portata mc/h o l/s

Contabilizzatore volumi transitati

Campo misura : velocità fluido da 0,02 m/s-12 m/s

Accuracy: > 0,5 %

Alimentazione: L 100-240VAC, eventuale adattatore di rete incluso;

Interfaccia: protocollo comunicazione MODBUS TCP/IP

N.2 Relè stato 10 A 2030 Vac

Munito display digitale visualizzazione /programmazione

Lingua di servizio Display: Italiano

5.4.2 Misuratore di portata a corde Foniche

Misure richieste:

- Velocità fluido m/s
- Portata mc/h e/o l/s
- Totalizzatore mc

Tecnologia: Trasduttori per la misura di velocità, sensore ultrasuoni o radar per misura di livello

Unità generatore di ultrasuoni e di programmazione ed elaborazione con display

Cavi ed accessori per in montaggio in tubi DN 1000/1400/1800/2000

sonde ad inserzione per tubazioni a pelo libero, diametro ammesso da DN 1000 a DN 2000 mm, con sistema di estrazione senza interruzione del servizio.

Precisione: Precisione richiesta 0,5%

Campo di lavoro: Velocità fluido 0,02-12 m/s

Temperatura: -5 /50 °C

Alimentazione: Alimentazione 230 Vac 50 Hz

Interfaccia: interfaccia di comunicazione Modbus TCP/IP

n.4 Relè 230 V, 10 A programmabili per indicazioni stato e anomalie

n.3 analogiche 4-20 mA protocollo HART (portata, velocità livello)

back up dati in SD 1 Gb

5.4.3 Stazione di misura multiparametrica con sensori elettrochimici

Telaio/armadio con campionatore automatico e sonde

Unità elettronica di controllo (IP65) con display touch (min3,5")

n.2 uscite analogiche 4..20 mA isolate galvanicamente - 2 relè 250 Vca, 4A

interfaccia Modbus TCP/IP

Alimentazione 230 Vac

data logger dei valori dell'ultimo mese disponibile come grafico nel display;

data logger sino a 1Gb

Sonde

di temperatura range -5 + 50 °C

di pH range 0-14

di conducibilità (unità µS/cm) range 0-300.000 µS/cm

di torbidità dell'acqua

principio di misura secondo ISO7027 EN27027

misura senza contatto con le ottiche con tecnologia

ricalibrazione automatica con periodicità configurabile

sorgente luminosa: LED 880 nm

campo di misura sino a 4.000 FNU, campi programmabili risoluzione 0,001 FNU -

5.4.4 Misuratori di qualità (Monitoraggio Biologico)

Telaio/armadio con campionatore

Unità elettronico con display touch integrato con:

n.2 uscite analogiche 4..20 mA isolate galvanicamente - 2 relè 250 Vca, 4A

interfaccia Modbus TCP/IP

Alimentazione 230 Vac

data logger dei valori disponibili come grafico nel display;

data logger sino a 16Gb

Misura

monitoraggio batteriologico con citometria a flusso

durata ciclo max 30 minuti

Campo di lavoro

Alimentazione : 230 Vac 50 Hz

Temperatura ambiente : -5 –40 °C

Umidità relativa : 10 -90% RH

Trasduttori di pressione

precisione 0,1%

campo di misura: 0-20 bar

membrana in AISI 316L

attacco filettato ½”

1 uscita 4..20 mA a 2 fili 24 Vcc, protocollo Hart

display grafico integrato

custodia IP67

Trasduttori di livello

Misuratore ad ultrasuoni per la misura di livello acqua in serbatoi, vasche, ecc.

Misura senza contatto con campo sino a 40 m con precisione +/- 0,5% e risoluzione di 1 mm.

Uscita: 4..20 mA in tecnica a 2 /4fili, alimentazione 24 Vcc, con protocollo Hart

Con display/configuratore LCD a matrice Coperchio in PP,

custodia IP67

5.5 CAVI

5.5.1 FTP

Il cavo per la connessione rete in rame sarà di tipo STP (Shielded Twisted Pair) cat. 6a assicurando una connessione di rete pari a 10 Gb.

5.5.2 FIBRA OTTICA

I cavi in fibra OM4 permettono di superare gli standard del settore consentendo una trasmissione fino a 100 Gigabit Ethernet su fibra multimodale e fino a 550 metri di distanza.

Le fibre OM4 hanno la caratteristica di innalzare a 550 metri il limite delle trasmissioni a 10 Gigabit Ethernet su fibra multimodale

Il cavo in questione dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Conforme CPR (UE 305/2011) classe Dca - s2, d2, a1 - EN 50575:2014+A1:2016
- Cavo Loose Antiroditore multifibra dielettrico per interni ed esterni
- Distanza di trasmissione fino a 550 m per velocità a 10 Gigabit
- 24 Fibre con 50/125 di nucleo fibra
- Guaina LSZH Halogen Free, bassa emissione fumo

5.5.3 Tensione di isolamento dei cavi elettrici

I cavi elettrici utilizzati nei sistemi di I categoria debbono avere tensione Uo/U non inferiore a 450/750 V, dove:

Uo = tensione nominale verso terra;

U = tensione nominale.

Per i cavi utilizzati nei circuiti di comando e segnalazione le tensioni Uo/U non debbono essere inferiori a 300/500 V. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

I cavi elettrici utilizzati nei sistemi di categoria 0, per la posa in canale in prossimità o a contatto con cavi di energia debbono avere stesso livello di isolamento ovvero ne caso specifico Uo/U non inferiore a 450/750 V

5.5.4 Scelta in funzione dell'utilizzo

I cavi elettrici in funzione del tipo di utilizzo dovranno essere della tipologia di seguito riportata :

Cavo tipo A: Cavi con guaina per tensioni nominali con U0/U = 300/500, 450/750 e 0,6/1 kV.

I cavi con tensione U0/U inferiore a 0,6/1 kV sono adatti per la posa in tubo, in canaletta, canale condotto non interrato.

I cavi con tensione U0/U = 0,6/1 kV sono adatti per essere utilizzati oltre che per le installazioni sopraindicate anche per la posa interrata.

L'unico cavo con tensione inferiore a 0,6/1kV che può essere interrato è il tipo H07RN8-F (U0/U 450/750 V) appositamente studiato per posa con presenza d' acqua.

Cavo tipo B: Cavi senza guaina per tensione nominale Uo/U = 450/750V.

Questi tipi di cavo sono adatti solo per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato.

Cavo tipo C: Cavi con guaina resistenti al fuoco.

Questi tipi di cavo sono adatti per quelle condizioni in cui sia necessario garantire che l'impianto elettrico rimanga in servizio anche se coinvolto da un incendio (es. scale mobili, pompe antincendio, evacuatori di fumo, segnali di allarme, ecc.)

5.5.4.1 Scelta in funzione dell'utilizzo

In funzione del comportamento al fuoco, i cavi elettrici possono essere distinti in 4 grandi famiglie secondo quanto riportato:

Cavi non propaganti l'incendio: rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 50266), la quale verifica la non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio ed in posizione verticale in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 Kg/m oppure 5 Kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m).

Cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi LS0H: rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 50266) per la non propagazione dell'incendio e alle Norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi.

Cavi LSOH resistenti al fuoco: rispondenti alle Norme (serie) CEI 20-36 (EN 50200-50362), la quale verifica la capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

5.6 Prescrizioni

Gli impianti descritti e facenti parte dell'opera in oggetto, dovranno essere realizzati in conformità alle norme vigenti alle leggi, ai decreti ed alle circolari ministeriali nonché alle descrizioni ed alle precisazioni indicate negli elaborati progettuali.

Dovrà essere utilizzato il sistema di pesi e misure internazionali (ISO).

Tutta la documentazione relativa al presente progetto, dovrà essere redatta e disponibile in lingua ITALIANA.

Per le prescrizioni di dettaglio ali servizi o forniture dei sistemi di Telecontrollo e di misurazione, si rimanda alla "Relazione Impianti Telecontrollo".

6 IMPIANTI ELETTRICI

Lo scopo del presente disciplinare operativo è quello di fornire le principali informazioni utili alla realizzazione dell'impianto in oggetto. Negli articoli seguenti sono indicate le modalità e le specifiche tecniche secondo le quali l'Appaltatore è impegnato ad eseguire le opere e a condurre i lavori, in aggiunta o a maggior precisazione di quelle già indicate negli elaborati facenti parte integrante del presente progetto.

L'Appaltatore dovrà dimostrare di essere in possesso dei requisiti prescritti dal D.M. 37/08 e suo regolamento di attuazione; inoltre, alla fine dei lavori, dovrà rilasciare regolare dichiarazione di conformità, comprensiva degli allegati obbligatori.

Le opere impiantistiche facenti parte del presente progetto, dovranno includere la fornitura, il trasporto, la posa in opera a regola d'arte, la messa in servizio e le prove delle apparecchiature e dei materiali utilizzati per l'esecuzione degli impianti elettrici e dei sistemi ausiliari, come di seguito meglio specificato.

Tutte le apparecchiature dovranno essere fornite in opera complete dei materiali di montaggio e quanto altro necessario per dare l'opera completa e funzionante secondo la migliore regola dell'arte.

Tutti i materiali, anche se non esplicitamente indicati negli elaborati progettuali, dovranno risultare essere di ottima costruzione e preventivamente sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

In particolare i materiali ammessi al regime del marchio Italiano di qualità dovranno avere la marcatura CE.

Le installazioni elettriche dovranno essere eseguite provvedendo alla:

- ✓ sicurezza del personale;
- ✓ affidabilità delle alimentazioni elettriche;
- ✓ possibilità di futuri ampliamenti e/o modifiche;
- ✓ selettività del sistema di protezione.

Le apparecchiature ed i materiali da impiegare per la costruzione degli impianti elettrici, dovranno essere conformi alle prescrizioni date nel presente progetto.

Il presente documento deve essere considerato complementare alle leggi, alle normative, alle prescrizioni della comunità Europea, attualmente vigenti in materia di impianti elettrici.

6.1 TERMINI E DEFINIZIONI

Appaltatore o impresa installatrice o appaltatrice: è colei che viene individuata dal Committente per realizzare l'opera

Appalto: è il contratto con cui una parte (appaltatore) assume, con organizzazione dei mezzi necessari e con gestione a proprio rischio, l'obbligazione di compiere in favore di un'altra (committente o appaltante) un'opera o un servizio verso un corrispettivo in denaro.

Apparecchiatura prototipo: È un'apparecchiatura che ha superato con esito positivo le prove di tipo prescritte dalla norma CEI

Committente: è il soggetto che programma e finanzia (o accede ai finanziamenti) l'intervento necessario al soddisfacimento di un piano di esigenze e bisogni.

DCS: Sistema di controllo distribuito

D.L. o Direttore dei lavori: è il soggetto nominato del committente, per dirigere coordinare e controllare, la corretta esecuzione dell'opera dal punto di vista tecnico, contabile ed amministrativo.

EMS: Sistema di supervisione elettrica

ESD: Arresto di emergenza

EWS: Engineering Work Station

F&G: Sistema Fire & Gas

Fornitore: è il soggetto che fornisce i materiali di installazione (nella fattispecie corrisponde all'appaltatore per quanto concerne il presente progetto)

G/V: Giallo Verde

IED: Dispositivo elettronico intelligente

HMI: Interfaccia uomo macchina

I/O: Ingresso/uscita

LCU: Unità di controllo locale

LSS: Sistema di stacco carichi

MCPM: Modulo di controllo e protezione a microprocessore

PE: conduttore di terra

SF_6: Esafluoruro di zolfo

Utilizzatore: è la persona, la società o l'ente che utilizza l'impianto elettrico

6.2 ADEMPIMENTI DEL COMMITTENTE

Sono di competenza del committente:

- Conservazione di tutti i documenti di progetto e di fine lavori per verifiche e futuri interventi sugli impianti.

6.3 PREZZI DI APPARECCHIATURE E LAVORAZIONI

I prezzi indicati all'interno dei computi metrici, risultano **sempre compensati** e assimilabili a quanto richiesto nelle seguenti specifiche tecniche nonché negli elaborati progettuali, anche se le descrizioni nell'elenco prezzi dovessero parzialmente differire da quanto riportato negli elaborati progettuali. In ogni caso l'ordine di precedenza per la definizione delle caratteristiche tecniche delle apparecchiature o per le lavorazioni (qualora vi siano delle differenze nelle descrizioni dei prezzi negli elenchi prezzi) dovrà essere considerato il seguente:

- Specifiche tecniche e Disciplinare operativo
- Relazione Tecnica ed elaborati progettuali
- Computi metrici ed elenco prezzi

7 ONERI DELL'APPALTATORE

7.1 PREMESSA

Tutti i lavori devono essere eseguiti a regola d'arte, secondo le prescrizioni scritte o verbali impartite dalla DL e/o dal Committente, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nella presente Specifica Tecnica ed in generale negli elaborati progettuali.

Si precisa inoltre che la Ditta appaltatrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o a terzi.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata, secondo le prescrizioni della DL e/o del Committente, con le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte.

La Ditta Appaltatrice ha facoltà di eseguire i lavori nell'ordine che riterrà più opportuno, per consegnarli ultimati

a regola d'arte entro il termine contrattuale. La DL e/o il Committente comunque potrà prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salvo la facoltà della Ditta Appaltatrice di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti dalle leggi in vigore.

È facoltà del Committente fissare particolari orari di lavoro, comportanti anche limitazioni della durata delle giornate lavorative qualora, ai sensi delle vigenti norme in materia di sicurezza dell'ambiente di lavoro e di igiene pubblica, particolari esigenze lo richiedano.

La Ditta sarà tenuta a dare comunicazioni tempestive alla DL e al Committente circa eventuali anomalie riscontrate sugli impianti, anche se non direttamente interessati dai lavori, e che, a suo giudizio, possano pregiudicare l'esercizio in sicurezza ed il funzionamento degli impianti stessi.

Si riporta di seguito l'elenco dei principali oneri (non esaustivo e quindi da verificare in tutti gli elaborati progettuali) a carico dell'Appaltatore degli interventi:

- Realizzazione degli impianti facenti parte del presente progetto a regola d'arte.
- Verifica degli impianti prima della messa in funzione.
- Redazione degli elaborati As-Built e dei Red Mark Up durante la cantierizzazione
- Stesura della dichiarazione di conformità, a fine lavori, in duplice copia, ognuna completa degli allegati di legge; le copie, timbrate e firmate, dovranno essere consegnate al committente.
- Deposito presso la CCIA nella circoscrizione in cui l'impresa esecutrice ha la sede, di una copia della dichiarazione di conformità, senza gli allegati di legge.

7.2 POSSESSO DEI REQUISITI TECNICO PROFESSIONALI

È condizione fondamentale per l'impresa installatrice essere in possesso dei REQUISITI TECNICO PROFESSIONALI, riconosciuti dalla Camera di Commercio. I requisiti dovranno essere documentati con certificazione dove si evinca in accordo al DM 37/08, l'abilitazione dell'impresa ad installare gli impianti facenti parte del progetto ed il nominativo del responsabile tecnico. Dovrà essere presentato contestualmente alla proposta del prezzo di offerta il certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali.

7.3 OFFERTE E COMPUTI METRICI

I prezzi nei Computi metrici progettuali, si intendono sempre per materiali posati in opera (salvo diversa indicazione). I prezzi vanno sempre considerati comprensivi di tutti gli accessori necessari a rendere l'opera finita e funzionante, realizzata secondo la migliore regola d'arte e rispondente alle richieste progettuali nonché alle leggi ed alle Normative vigenti in materia, anche se non specificatamente indicato nel presente progetto. Si intendono comprese le spese per la sorveglianza e la direzione delle maestranze dell'Azienda Installatrice addetta ai lavori, per il trasporto in cantiere dei materiali e delle attrezzature, nonché le spese per le prove, le misure e le verifiche iniziali previste dalle Norme e quelle richieste nella documentazione

progettuale, la messa in funzione dei vari circuiti ed i collegamenti con misuratori ed eventuali apparecchi. Le ditte offerenti sono tenute a verificare la quantità dei materiali, il tipo di posa, le caratteristiche dei luoghi di installazione e quant'altro possa influire sui prezzi prima della presentazione del prezzo finale di offerta. L'Appaltatore dovrà inoltre verificare i dati di progetto e valutare e proporre alla DL e/o al Committente le eventuali varianti che si dovessero rendere necessarie che a proprio insindacabile giudizio potranno decidere se accettare o meno le variazioni proposte dall'Appaltatore. Si intendono comprese nel prezzo i costi di tutte le operazioni necessarie alla verifica tecnica degli impianti e di assistenza alla DL.

7.4 METODOLOGIA OPERATIVA

Onere dell'appaltatore sarà quello di sviluppare un documento denominato "Metodologia Operativa" o "MO", che illustrerà le fasi lavorative della fornitura dei Materiali, Trasporto, Movimentazione, Montaggi ed Installazione, Prove. Per quando riguarda le prove dovrà essere realizzato dall'appaltatore un ulteriore documento denominato "Piano dettagliato delle Prove" o "PDP". Questo allo scopo di specificare i metodi e le modalità di lavoro che intende mettere in atto per la realizzazione degli impianti. Entrambi i documenti dovranno essere forniti ed approvati dalla DL e/o dal Committente, prima dell'inizio dei lavori.

7.5 FORNITURA E QUALITA' DEI MATERIALI

Tutti i materiali necessari per rendere gli impianti completi, montati ed accettati, entro i limiti di batteria stabiliti, devono essere inclusi nella fornitura.

Nella scelta dei materiali che costituiscono la fornitura, si deve prestare particolare attenzione alle condizioni ambientali proprie delle aree di installazione in quanto tutte le apparecchiature e le relative condizioni di posa, dovranno avere caratteristiche adeguate alle zone in cui andranno installate. Tutte le apparecchiature dovranno avere caratteristiche idonee alle condizioni di: grado di protezione, sbalzi termici, umidità e agenti corrosivi relativi ai singoli locali o manufatti dell'impianto.

Analoghe considerazioni valgono per i cicli di trattamento superficiale a cui i materiali forniti vengono sottoposti.

I materiali ed i singoli componenti costituenti lo scopo della Fornitura devono essere resi esenti da difetti ed adeguatamente protetti per il trasporto.

I suddetti materiali dovranno essere accuratamente immagazzinati e conservati durante tutte le fasi della realizzazione. L'impresa installatrice ha pertanto l'obbligo di ripristinare e/o sostituire qualsiasi parte danneggiata dei componenti forniti fino alla completa accettazione dell'opera.

L'impresa installatrice deve provvedere ad ottenere le necessarie approvazioni e a far eseguire i dovuti collaudi da parte degli enti competenti per legge.

Tra i materiali di fornitura sono inclusi i ricambi, i consumabili, gli oli, le resine, i grassi ed i materiali di riempimento necessari per condurre e portare a termine il Precommissioning, il Commissioning e lo Start-Up degli impianti, nonché le parti di ricambio necessarie per i primi 2 (due) anni di esercizio dei vari sistemi.

Tra i materiali di fornitura sono inclusi i materiali addizionali necessari ad eseguire le eventuali modifiche/rettifiche richieste dagli Enti/Autorità preposte per legge alla Verifica/Accettazione degli Impianti.

Tutti i materiali oggetto della fornitura, compresi quelli non espressamente citati, devono essere muniti di contrassegno IMQ e in ogni caso dovranno essere corredati di marcatura CE.

Per tutte le apparecchiature che lo prevedono, si dovranno seguire scrupolosamente i criteri d'installazione impartiti dal costruttore sia durante le fasi di posa, che quelle di messa in servizio, taratura e/o regolazione.

Le apparecchiature andranno alimentate secondo i dati di targa e le raccomandazioni del costruttore. Si prevede che la caduta di tensione massima, ai capi d'ogni singolo utilizzatore con tutte le apparecchiature ammesse a funzionare inserite, non superi il valore indicato nella presente relazione tecnica. Qualora vengano meno la durabilità, l'affidabilità delle apparecchiature, o la loro garanzia, a causa della mancata osservanza da parte dell'Appaltatore di Norme, regolamenti e prescrizioni da parte dei costruttori, l'Appaltatore verrà ritenuto a tutti gli effetti ritenuto responsabile del danno arrecato e pertanto dovrà risarcire il Committente.

I requisiti tecnici riportati nel presente documenti ed in generale in tutti gli elaborati progettuali, sono basati su considerazioni di prestazioni e funzionalità per cui, le prescrizioni in essa contenute non vogliono avere carattere discriminatorio. Eventuali alternative proposte saranno prese in considerazione purché ne venga dimostrata la validità dal punto di vista funzionale e delle prestazioni con quanto richiesto nel presente documento.

In ogni caso qualsiasi differenza tra le apparecchiature fornite e quanto riportato di seguito, andrà evidenziato alla DL e/o al Committente che potranno valutare l'adeguatezza dei materiali proposti dall'Appaltatore (se questi presentano parziali differenze dalle presenti specifiche e dagli elaborati progettuali), a loro insindacabile giudizio.

7.6 TRASPORTO E RESA DEI MATERIALI

L'appaltatore all'interno della Metodologia Operativa dovrà sviluppare una dettagliata procedura per il trasporto e movimentazione degli equipaggiamenti in cui dovrà inoltre elencare e specificare in dettaglio tutti i mezzi d'opera che ritiene necessari (mezzi di supporto, gru, mezzi di movimentazione) che sono completamente a suo carico.

L'imballaggio per il trasporto sarà definito dal Fornitore in funzione delle modalità previste dal Committente.

La fornitura dovrà essere resa rispettivamente franco cantiere. Dovranno essere redatte dettagliate packing list di ciascun collo dove, oltre alla descrizione delle apparecchiature contenute, compresi i serial number e le sigle riferite al progetto, si trova riferimento all'ordine, al cantiere di destinazione e alla persona indicata dal Committente in sede di pianificazione delle forniture.

I quadri e i singoli apparati, saranno consegnati opportunamente protetti in sacco barriera e sali igroscopici per garantirne il magazzinaggio in ambiente marino non condizionato. Quando necessario, i quadri saranno sezionati in unità adatte per il trasporto e il loro riassiemaggio sarà il più semplice e sicuro possibile.

I componenti e le apparecchiature dei quadri saranno fissati e bloccati in modo da sopportare le vibrazioni e gli urti dovuti al trasporto (stradale, ferroviario, marittimo) ed alle necessarie azioni di movimentazioni con mezzi di sollevamento per il carico, lo scarico e l'installazione.

Si terranno in particolare considerazione le accelerazioni:

- ✓ assiali, critiche nel trasporto ferroviario.
- ✓ trasversali, critiche nel trasporto stradale.

verticali, critiche nel trasporto marittimo.

Particolare cura sarà posta all'imballaggio conservativo delle apparecchiature fornite come parti di ricambio.

Per i materiali di cui è previsto il collaudo in officina, il trasporto potrà essere eseguito solamente ad avvenuto collaudo.

L'appaltatore dovrà provvedere inoltre, a propria cura e spese, ad immagazzinare adeguatamente e correttamente i materiali in attesa di montaggio. Il fornitore dovrà adottare tutte le misure atte ad evitare rischi di danneggiamento o deterioramento durante il trasporto. Si dovrà tenere conto della permanenza dei materiali all'aperto, in ambienti umidi e polverosi.
Apposite procedure di conservazione dei materiali dovranno essere emesse e messe in atto a cura e spese dell'appaltatore stesso, anche per le fasi di installazione e prove fino alla consegna degli impianti.

7.7 MONTAGGI ED INSTALLAZIONI

Le attività di montaggio ed installazione dovranno avvenire nel rispetto dei Piani di Sicurezza e Coordinamento. Con riferimento ad essi, l'appaltatore dovrà emettere i Piani Operativi di Sicurezza (POS) a copertura delle proprie attività di installazione.

L'appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, ad eseguire l'installazione dei materiali e degli impianti entro i limiti di batteria definiti e nel rispetto della Metodologia Operativa (MO).

L'appaltatore, all'interno della Metodologia Operativa, dovrà redigere piani dettagliati di installazione degli impianti e dei materiali che li compongono. I programmi dell'appaltatore saranno valutati ed approvati sulla base delle necessità di

coordinamento che si rendono necessarie. I montaggi nelle aree identificate come cantiere, infatti, dovranno essere condotti in concomitanza ed in sequenza con altre attività di montaggio, prove ed avviamento degli altri impianti appartenenti alle discipline meccanica ed elettro-strumentale.

Ne consegue che il numero di persone che potranno accedere alle aree stesse, le sequenze, il programma degli interventi, saranno soggetti a vincoli e restrizioni derivanti dalle esigenze operative e dalle inderogabili esigenze di coordinamento delle diverse attività da svolgere per completare le opere.

È possibile che nel corso dei lavori si debbano adottare anche modalità operative che prevedano l'uso di "Permessi di Lavoro".

Le attività di installazione dovranno essere svolte nel rispetto delle procedure e specifiche di progetto fornite e dovranno comprendere, oltre alle installazioni, anche le attività di trattamento superficiale dei materiali, i Controlli Non Distruttivi, le qualifiche dei procedimenti di lavorazione e degli operatori e quanto altro previsto dalle specifiche stesse.

L'appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, a segnalare ed a fornire indicazioni precise, anche a mezzo di tracciatura, delle eventuali esigenze di assistenza muraria necessarie al montaggio di condotti, tubazioni, passerelle e conduit. Tali indicazioni e richieste andranno fatte con il dovuto e ragionevole preavviso.

L'appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, ad eseguire l'installazione dei materiali e degli impianti eventualmente richiesta dagli Enti/Autorità preposti per legge alla Verifica/Accettazione degli Impianti.

L'appaltatore dovrà prendere atto delle eventuali coperture architettoniche già realizzate all'interno o al di sopra degli edifici e dei locali oggetto della propria attività di installazione. L'eventuale onere derivante dalla necessità di un loro

smontaggio/rimontaggio per agevolare le attività di installazione saranno a carico dell'appaltatore stesso.

Al termine delle attività di installazione, l'appaltatore deve ripristinare i luoghi oggetto della propria attività come ricevuti provvedendo anche alla rimozione e

conferimento in discarica di tutti i materiali residui di lavorazioni, imballaggi ed altri tipi di rifiuto.

7.7.1 MARCATURA DEI COMPONENTI

Ciascuna apparecchiatura (Quadri elettrici, strumentazione, motori, pompe ecc.) oltre che dal proprio numero seriale/modello, sarà marcata in modo visibile con le sigle proprie ricavabili dalle liste componenti elaborate sulla base dei documenti progettuali. La modalità di marcatura e la quantità degli elementi da identificare tramite targhetta sono da concordare con la committente/DL, in ogni caso dovranno garantire la leggibilità nel tempo.

I marchi e i codici di identificazione dovranno essere utilizzati in tutti i documenti prodotti dall'appaltatore.

Quanto detto sopra vale anche per le morsettiere, e per i conduttori (attivi e passivi). I cavi dovranno essere marcati tramite apposite targhette o con marcatore indelebile e resistente agli agenti esterni, anche all'interno delle scatole di derivazione, dei pozzetti e dei cavedi, al fine di renderne il riconoscimento agevole ed immediato.

7.7.2 SIGILLATURE E RIPRISTINI

L'appaltatore dovrà provvedere alla sigillatura, secondo le specifiche e le buone regole dell'arte, dei passaggi a soletta/parete quando questi manufatti costituiscono dei setti tagliafuoco.

Inoltre tutte le tubazioni dovranno essere sigillate con apposita schiuma, al fine di evitare il passaggio di acqua e qualora sia necessario la schiuma dovrà essere del tipo REI in accordo alla compartimentazione del luogo di installazione.

7.8 SCELTA ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI DA PARTE DELLA D.L.

ENTRO VENTI GIORNI prima dell'inizio dei lavori la Ditta dovrà sottoporre ad approvazione della DL le marche ed i modelli delle apparecchiature, nonché dei componenti da impiegare. I risultati delle scelte verranno regolarmente verbalizzati

e saranno vincolanti per la Ditta. Successivamente, prima della posa in opera, i materiali dovranno essere campionati ed accettati dalla DL, in cantiere.

L'approvazione dei materiali non esonera però la Ditta dalle responsabilità inerenti a difetti e a cattivo funzionamento che dovessero riscontrarsi durante l'esecuzione dei lavori o all'atto del collaudo.

Qualora la DL rifiuti dei materiali, ancorché messi in opera, perché essa a suo giudizio insindacabile li ritiene per qualità, lavorazione e funzionamento non adatti alla perfetta riuscita degli impianti e quindi non accettabili, la Ditta dovrà immediatamente, a sua cura e spese, allontanare dal cantiere i materiali stessi e sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

7.9 COMPLETAMENTO MECCANICO

La fase del Completamento Meccanico precede la fase di Commissioning e Start Up e verifica che il sistema sia sottoponibile alla messa in marcia come da requisiti di progetto e in condizioni di sicurezza.

I test condotti in questa fase hanno lo scopo di verificare la congruità delle installazioni, della corretta numerazione e identificazione sia dei componenti che dei cavi e della predisposizione di ciascuna apparecchiatura ad accogliere i cablaggi dei sistemi non in fornitura e delle alimentazioni per arrivare nella condizione di "Pronto per il Commissioning".

Ai fini di una corretta consegna dell'impianto, l'esito dei test deve essere registrato e formalizzato in appositi documenti di seguito indicati:

- ✓ Elenco apparecchiature ed altri componenti inclusi nel sistema;
- ✓ Formati di controllo qualità (riguardante principalmente materiali, prove e verifiche);
- ✓ Formato per le Check List;
  Questo documento serve a registrare in maniera ordinata l’elenco di tutti i lavori/attività evidenziati durante e alla fine della fase di cui sopra, distinguendo fra lavori che devono essere fatti prima dei test di Commissioning e altri che possono essere rimandati a prima dello Start-Up;

- ✓ Notifica di "Pronto per il Commissioning".

In particolare, il completamento meccanico, come minimo consiste nella verifica della completezza:

- ✓ Numerica: Verifica che ci siano tutti gli elementi delle liste componenti dell'impianto.
- ✓ Documentale: data sheet per ogni famiglia di elementi, manuali d'installazione, manuali d'uso, documenti di progetto costruttivo.
- ✓ Tassonomica (Etichettatura degli elementi): tutti gli elementi devono avere le etichette secondo quanto previsto dalla documentazione di Progetto Esecutivo/Costruttivo
- ✓ Posizionale (Collocazione): per ogni elemento si verifica che esso sia stato collocato nella posizione prevista dal Progetto Esecutivo/Costruttivo.
- ✓ Topologica (Connessioni tra gli Elementi): seguendo i diagrammi del Progetto Esecutivo/Costruttivo, si verifica che ogni cavo sia connesso al dispositivo di pertinenza.
- ✓ Strumentale e visiva: effettuando le necessarie prove e verifiche sia strumentali che visive (i quali certificati firmati e timbrati dall'impresa installatrice, dovranno essere allegati alla dichiarazione di conformità dell'impianto)

N.B.: le suddette attività di verifica e quelle di Commissioning, a seguito di considerazioni di convenienza e in accordo con la DL, per il tramite del committente, possono essere frazionate nel tempo di esecuzione. I'Appaltatore dovrà sviluppare dettagliate Procedure e Manuali di Completamento meccanico, Commissioning & Start Up sulla base dei Manuali Operativi del progetto e di eventuali ulteriori linee guida che potrebbero essere fornite dal committente successivamente alla firma del contratto.

Tali Procedure e Manuali di Completamento meccanico, Commissioning & Start Up saranno sottoposte all'approvazione della DL e/o del Committente. L'appaltatore eseguirà il Completamento meccanico a propria cura e spese sulla base delle proprie procedure approvate dal committente e dalla DL.

Per quanto riguarda il Commissioning e lo Start Up, invece, dovrà fornire assistenza al Commissioning Team del committente.

7.10 COMMISSIONING

Il Commissioning consiste in attività di verifica dei parametri di esercizio dell'impianto (comprendenti anche aggiustamenti – tuning e chiusura punti di punch list – da parte dell'appaltatore) procedendo secondo tabelle predisposte dall'appaltatore in collaborazione con la DL, per il tramite del Committente. Di fatto, la responsabilità del Commissioning è in capo al Responsabile degli Impianti nominato dal committente. Per la fase di Commissioning il team dell'appaltatore è chiamato a fornire essenzialmente assistenza e a redigere i manuali di Commissioning.

Al completamento delle attività di Commissioning verrà emesso un verbale di "Pronto per lo Start-Up". La condizione di "Pronto per lo Start Up" è verificata quando:

- ✓ Tutte le attività di Commissioning sono state completate ed i relativi certificati firmati dall'appaltatore;
- ✓ Il Responsabile Tecnico del COMMITTENTE presenterà situazioni riepilogative dello stato delle attività con la Notifica di "Pronto per lo Start-Up".

7.11 CONSERVAZIONE DEGLI IMPIANTI

L'appaltatore dovrà svolgere attività di manutenzione e conservazione delle apparecchiature, installate e verificate attraverso il Completamento meccanico, per il periodo che intercorre tra il buon esito delle suddette verifiche e il completamento del Commissioning e fino a che non sia intervenuta la messa in marcia degli impianti. Tale periodo non potrà essere comunque superiore a 36 mesi dalla fine del Completamento meccanico. Ferme restano le obbligazioni derivanti all'appaltatore nei termini di Garanzia.

7.12 DANNI DI FORZA MAGGIORE

Si considereranno danni di forza maggiore quelli effettivamente provocati da cause imprevedibili e per i quali l'Appaltatore non abbia omesso le normali cautele atte ad evitarsi.

I danni che dovessero derivare alle opere a causa della loro arbitraria esecuzione in regime di sospensione non potranno mai essere ascritti a causa di forza maggiore e dovranno essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore, il quale sarà altresì obbligato a risarcire gli eventuali consequenziali danni derivati al Committente.

I danni che l'Appaltatore ritenesse ascrivibili andranno comunicati in immediato alla DL ed al Committente.

7.13 PARTI DI RICAMBIO E ATTREZZATURE SPECIALI

L'appaltatore è tenuto, a proprie cure e spese e con oneri integralmente a proprio carico, a fornire le parti di ricambio per Commissioning & Start-Up.

L'appaltatore è tenuto a fornire la lista delle parti di ricambio consigliate per i primi 10 anni di gestione dell'impianto delle quali dovrà garantirne la disponibilità.

L'appaltatore è tenuto, a proprie cure e spese e con oneri integralmente a proprio carico, a fornire le attrezzature speciali necessarie per il corretto montaggio, per le prove finalizzate alla Accettazione Provvisoria e Accettazione Definitiva, per il Pre-Commissioning ed il Commissioning, per la Manutenzione Ordinaria e Straordinaria degli equipaggiamenti e degli impianti forniti.

7.14 GARANZIE

Tutte le apparecchiature in fornitura dovranno essere coperte da garanzia almeno triennale a decorrere dalla data della loro accettazione provvisoria (Completamento meccanico).

L'impresa esecutrice di opere di installazione o manutenzione ha l'obbligo di garantire, dalla formale accettazione da parte del Committente tutti gli impianti eseguiti per:

- Le opere di installazione e la funzionalità e sicurezza dell'impianto
- I materiali installati

Si intendono a suo carico, in tali periodi, tutte quelle riparazioni, sostituzioni o ricambi che si rendessero necessari a causa della cattiva qualità dei materiali impiegati o per

difetti di montaggio. Sono escluse dalla garanzia le riparazioni dei danni dipendenti dall'imperizia del personale addetto all'esercizio degli impianti stessi.

7.14.1 GARANZIE MECCANICHE

La garanzia coprirà tutto il materiale di fornitura e subfornitura. Il Fornitore dovrà sostituire nel minor tempo possibile ogni parte difettosa dovuta a: materiale scadente, progettazione o lavorazione inadeguata o da qualche azione/omissione del Fornitore verificatasi durante lo svolgimento della fornitura. Tutte le garanzie sopra descritte sono completamente a carico del Fornitore.

7.14.2 GARANZIE DI PROCESSO / FUNZIONAMENTO

Il Fornitore deve garantire, per la fornitura in oggetto, un periodo di 24 mesi di servizio continuo a partire dalla data del verbale di collaudo in opera con esito positivo. Le parti sostituite durante questo periodo avranno una garanzia di altri 12 mesi, a partire dalla data di sostituzione. Inoltre se qualche difetto non sarà sistemato entro un periodo ragionevole, il Committente potrà procedere con i lavori a spese e rischio del Fornitore, senza però pregiudicare qualsiasi altro diritto di rivalsa che il Committente può avere nei confronti del Fornitore stesso.

7.15 MODIFICHE AGLI IMPIANTI

Durante l'esecuzione dei lavori, non sono ammesse modifiche sugli impianti rispetto a quanto convenuto in sede di ordinazione, salvo che dette modifiche, proposte o richieste dal Committente dalla DL o dall'Impresa, non vengano preventivamente concordate.

7.16 ULTERIORI PRESCRIZIONI

I materiali ed i singoli componenti costituenti lo scopo della fornitura devono essere resi esenti da difetti ed adeguatamente protetti per il trasporto. L’appaltatore ha pertanto l’obbligo di ripristinare qualsiasi parte danneggiata dei componenti forniti fino alla completa accettazione dell’opera.

I componenti principali all'interno della fornitura saranno, per ciascuna tipologia, del medesimo Costruttore, della medesima tecnologia, potenzialità e comunque intercambiabili.

7.17 ORGANIZZAZIONE

L'appaltatore deve presentare l'organigramma di Commessa per la Fornitura. L'organigramma deve presentare al vertice il Project Manager (PM) che gestisce la commessa e che rappresenta l'unica interfaccia verso il Committente.

In caso di Associazione Temporanea di Imprese (ATI), il PM sarà indicato e dipenderà dal Mandatario anche nelle fasi di installazione. Nell'organigramma di Commessa sarà definito anche un team di collaudo e test che sia responsabile delle attività previste dalla prassi a livello internazionale in materia di completamento meccanico, commissioning e start-up descritti ai capitoli precedenti.

Il team individuato dall'appaltatore avrà competenza sugli apparati e sulle parti di impianto nei limiti di fornitura.

L'appaltatore dovrà dimostrare che la struttura incaricata delle operazioni di installazione e posa, si avvale dell'opera di propri dipendenti idonei al corretto svolgimento delle attività in sicurezza ed è autonomamente dotata dei necessari dispositivi di protezione individuale, strumenti, attrezzi, macchinari, logistica. Medesima garanzia sarà data dal Mandante di una eventuale ATI che svolge tale funzione.

L'appaltatore dovrà produrre entro e non oltre 30 giorni dall'aggiudicazione della commessa e dalla sottoscrizione del contratto, un Programma Temporale di Dettaglio della Fornitura (PTDF) da sottoporre alla DL ed al Committente per approvazione/commenti.

8 PROVE, VERIFICHE & COLLAUDI

8.1 VERIFICHE PRELIMINARI

Onere dell'appaltatore è quello di effettuare le verifiche preliminari che hanno principalmente i seguenti scopi:

- Si ritiene buona prassi che l'appaltatore in accordo con il committente, effettui un accurato rilievo in campo allo scopo di accertarsi della corrispondenza tra gli elaborati progettuali e quanto effettivamente realizzato o da realizzarsi.
- Verificare e rilevare eventuali difformità e/o perplessità sulla fattibilità delle opere di cui al presente progetto e l'eventuale necessità di apportare eventuali modifiche (da riportare nel progetto AS-BUILT)
- Controllare le caratteristiche, prestazioni, dimensioni provenienza e buona qualità delle apparecchiature e materiali già installati o presenti in campo
- Controllare e verificare la possibile coesistenza fra gli impianti eventualmente già presenti in campo con quelli di nuova realizzazione
- Verificare e riportare alla DL ed al Committente, eventuali problematiche riscontrate in campo rispetto alle opere da eseguire

8.2 COLLAUDI

I collaudi si distinguono essenzialmente in:

- ✓ collaudo di tipo;
- ✓ collaudo di accettazione (individuale);
- ✓ collaudo di simulazione;
- ✓ collaudo opzionale.

Per gli eventuali controlli e prove non previsti nelle Norme e nella presente specifica ma richiesti negli elaborati progettuali, le modalità di esecuzione saranno definite caso per caso.

Il Fornitore dovrà fornire alla Committente, nei tempi utili alla valutazione della documentazione e comunque almeno 15 giorni prima della spedizione in campo dei quadri elettrici e di tutti gli altri componenti dell'impianto, tutta le certificazioni

relative ai collaudi di tipo, di accettazione, di simulazione ed eventualmente opzionali.

8.2.1 COLLAUDO DI TIPO

Scopo del collaudo di tipo è verificare la conformità di uno specifico componente, alle Normative di riferimento.

Il collaudo di tipo sarà eseguito effettuando le verifiche e prove richieste dalla Normativa di riferimento, a seconda del tipo di componente in esame, la sua esecuzione sarà di completa competenza del Fornitore.

8.2.2 COLLAUDO DI ACCETTAZIONE (INDIVIDUALE)

Scopo del collaudo di accettazione è di accertare la rispondenza del singolo componente, alle richieste del Committente e di rilevare i difetti inerenti i materiali e la fabbricazione.

Il collaudo di accettazione (individuale) sarà eseguito su tutti i singoli componenti oggetto della fornitura, dopo il montaggio ed a cura del Fornitore, effettuando le verifiche e prove precisate dalla Normativa di riferimento.

8.2.3 COLLAUDO DI SIMULAZIONE

Lo scopo del collaudo di simulazione è quello di controllare e di convalidare il sistema di controllo elettrico, interfacciandosi con le apparecchiature elettriche collegate.

Il collaudo di simulazione sarà effettuato, in fabbrica prima della consegna, sulle apparecchiature di distribuzione e di controllo collegate fra loro.

8.2.4 COLLAUDO OPZIONALE

Comprende le prove ed i controlli non previsti nei collaudi di tipo e nei collaudi di accettazione, che il Committente, qualora lo ritenga necessario prescriverà di volta in volta prima dell’assegnazione della fornitura.

L'elenco delle prove e dei controlli ed eventualmente le modalità di esecuzione, qualora richieste saranno indicate in un documento redatto appositamente.

8.3 VERIFICHE FINALI (A CORREDO DELLA DICHIARAZIONE DI CONFORMITA')

Durante la fase di commissiong, onere dell'appaltatore a sue spese, sarà quello di effettuare tutte le verifiche necessarie in accordo a quanto richiesto dalla normativa vigente in materia di impianti elettrici ed in base a quanto richiesto negli elaborati progettuali.

Gli esiti delle prove dovranno essere registrati su appositi formati preparati dall'impresa installatrice e fatti precedentemente visionare ed approvare dalla DL e dal Committente.

Come minimo dovranno essere riportati i dati dell'impresa, il nominativo di chi effettua la prova, la tipologia di prova effettuata, l'orario e la data in cui viene effettuata la prova, numero seriale marca e modelli di eventuali strumenti usati per effettuare la prova, riferimento al certificato di taratura per gli strumenti, spazio per timbro e firma del responsabile dell'impresa installatrice che dovrà poi firmare e timbrare il formato a fine prova.

I certificati di taratura degli strumenti dovranno essere disponibili in campo e sempre visionabili su richiesta della DL, qualora un certificato di taratura di uno strumento risultasse obsoleto o mancante, sarà onere dell'Appaltatore adoperarsi al fine di far tarare lo strumento o sostituirlo con altro strumento tarato. Ovviamente tutte le prove effettuate con strumenti che dovessero risultare non adeguatamente tarati o sprovvisti di certificato, andranno annullate e ripetute con idoneo strumento certificato.

8.4 DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

Al termine dei lavori l'installatore dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità come richiesto dal Decreto n°37 del 22 gennaio 2008 all'art. 7 e tale dichiarazione dovrà essere redatta utilizzando esclusivamente il modello previsto dal Decreto n°37 del 22 gennaio 2008 (allegato I - art. 7), e dovrà essere completa degli allegati obbligatori.

9 DOCUMENTAZIONE FINALE DI IMPIANTO (A CARICO DELL'APPALTATORE)

9.1 RED MARK-UP

Onere dell'appaltatore è anche quello di segnalare tempestivamente alla DL ed al Committente eventuali modifiche necessarie rispetto al progetto o eventuali modifiche richiesta dalla DL e/o dal Committente durante le fasi di realizzazione. Sarà quindi onere dell'appaltatore, mantenere in cantiere la copia "master" del progetto, da aggiornare in funzione delle eventuali modifiche da apportare al progetto esecutivo che dovranno poi essere implementate negli elaborati AS BUILT. Le modifiche o gli aggiornamenti e quindi le revisioni progettuali, dovranno essere fatte con penna rossa, al fine di facilitare l'individuazione della modifica/aggiornamento. L'aggiornamento della copia master del progetto, dovrà essere fatto ogni qual volta se ne presenti la necessità. La copia master custodita dall'appaltatore, dovrà essere sempre prontamente visionabile dalla DL e dal Committente che verificheranno l'aggiornamento della stessa in virtù di quanto fatto in cantiere. Come detto la copia master dovrà a tutti gli effetti trasformarsi nel Progetto AS BUILT, di conseguenza, si raccomanda che man mano le modifiche vengano apportare anche sui file elettronici che dovranno poi corrispondere con quanto rilevato in cantiere e sulla copia Master con i Red Mark Up.

9.2 VOLUME 1 - PROVE, VERIFICHE & COLLAUDI

A fine lavori, sarà onere dell'Appaltatore preparare e consegnare il Volume che dovrà essere chiamato "VOLUME I – PROVE VERIFICHE & COLLAUDI", contenente la documentazione relativa a prove verifiche e collaudi, facente parte a tutti gli effetti del catalogo meccanico e della Dichiarazione di Conformità.

Il VOLUME 1 – PROVE VERIFICHE & COLLAUDI, dovrà come minimo essere composto dai seguenti capitoli e dalle seguenti prove da effettuare in campo:

9.2.1 SEZIONE I. - ESAMI A VISTA

Gli esami minimi da effettuare e riportare nella sezione I del report sotto forma di check list, sono:

- metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti
- presenza di barriere tagliafiamma o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco e metodi di protezione contro gli effetti termici
- scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la caduta di tensione
- scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione
- presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando
- scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne
- corretta identificazione dei conduttori di neutro e di protezione
- dispositivi di comando unipolari connessi ai conduttori di fase
- presenza di schemi, di cartelli monitori e di informazioni analoghe
- identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti ecc.
- Idoneità delle connessioni dei conduttori
- presenza ed adeguatezza dei conduttori di protezione, compresi i conduttori per il collegamento equipotenziale principale e supplementare
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione
- Verifica del grado di protezione degli involucri

Si ricorda che l'esame a vista deve comprendere tutte le prescrizioni per gli ambienti e le applicazioni particolari.

9.2.2 SEZIONE II. – VERIFICHE STRUMENTALI

Gli esami minimi da effettuare e riportare nella sezione II del report sotto forma di check list ove dovranno essere riportati i valori e l'esito delle prove, sono:

- Misure di tensione e corrente
- continuità dei conduttori
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico
- protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica

- resistenza dei pavimenti e delle pareti
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- Misura dell'impedenza dell'anello di Guasto (solo per sistemi TN)
- Misura della resistenza di terra
- Misura della resistività del terreno
- protezione addizionale mediante interruttori differenziali
- prova di polarità
- prova dell'ordine delle fasi
- prove di funzionamento
- caduta di tensione
- misure illuminotecniche

Si ricorda che nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova e ogni altra prova precedente All'interno della Sezione IV, dovranno essere contenuti i certificati di collaudo di Tipo

che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

9.2.3 SEZIONE III. – CERTIFICATI DI TARATURA

All'interno della Sezione III del report di verifica, andranno inserite le copie di tutti i certificati di taratura degli strumenti utilizzati per effettuare le prove.

9.2.4 SEZIONE IV – COLLAUDI DI TIPO

All'interno della Sezione IV, dovranno essere contenuti i certificati di collaudo di Tipo

9.2.5 SEZIONE V - COLLAUDO DI ACCETTAZIONE (INDIVIDUALE)

All'interno della Sezione V, dovranno essere contenuti i certificati di collaudo di Tipo

9.2.6 SEZIONE VI – COLLAUDO DI SIMULAZIONE

All'interno della Sezione VI, dovranno essere contenuti i certificati di collaudo di Tipo

9.2.7 SEZIONE VII - COLLAUDO OPZIONALE

All'interno della Sezione VII, dovranno essere contenuti i certificati di collaudo di Tipo

9.3 VOLUME 2 – MECHANICAL BOOK

Onere dell'Appaltatore, sarà quello di preparare il catalogo meccanico, contenente il VOLUME 1 - PROVE, VERIFICHE & COLLAUDI, ed il VOLUME II – MECHANICAL BOOK.

Tutta la documentazione preliminare e finale dovrà essere certificata dall'Appaltatore. Il mancato invio della documentazione richiesta farà considerare la fornitura di Mano D'opera e Materiali inevasa. Tutti i disegni del fornitore dovranno essere preventivamente approvati dalla Committente e/o DL. Tale approvazione non costituisce comunque autorizzazione a derogare da quanto richiesto nel presente progetto o dagli obblighi derivanti da Norme e Leggi. Ogni variante al progetto originale, dovrà essere validata, richiesta e motivata dall'Appaltatore alla DL e/o al Committente tramite lettera scritta o email.

La documentazione tecnica finale, comprensiva di cataloghi e pubblicazioni del Fornitore o dei Subfornitori, sarà completa e realizzata in accordo allo stato di fatto dell'impianto al momento della consegna dello stesso alla Committente.

La documentazione dovrà come minimo riportare le seguenti indicazioni:

- nome o ragione sociale del Fornitore
- recapiti del Fornitore
- nome della Committente
- sigla di identificazione dei quadri, stabilita negli elaborati progettuali o dalla Committente
- titolo del documento
- estremi dell'ordine della Committente.

Il Fornitore dovrà consegnare un "catalogo meccanico" composto essenzialmente come segue:

- Progetto ed istruzioni di installazione (composto essenzialmente da: schemi funzionali, schemi a blocchi, schemi unifilari, schemi di cablaggio, layout e sezioni, calcolo delle sovratemperature)

- Specifiche Tecniche (composto essenzialmente da: fogli dati e specifiche tecniche dei materiali forniti)
- Istruzioni operative e di manutenzione (composto essenzialmente da: Istruzioni procedure e manuali di commissioning, manualistica, schede e programmi di manutenzione, prescrizioni per le attività di manutenzione e smontaggio.

La descrizione ed i disegni potranno essere contenuti in cataloghi o fascicoli del Fornitore, purché soddisfino le seguenti condizioni:

- Contengano tutti i dati e le informazioni richieste nella loro forma finale.
- Siano relativi ai tipi forniti e siano chiaramente individuati i materiali oggetto della fornitura tra quelli riportati nel documento.

La documentazione eventualmente soggetta ad approvazione sarà parte integrante della documentazione finale nella stesura approvata dalla Committente.

Per tutte le dimensioni dovrà essere applicato il sistema metrico decimale, mentre la lingua ufficiale per tutta la documentazione dovrà essere l'Italiano, non saranno accettati documenti in altre lingue.

Tutti gli elaborati, in versione finale, dovranno essere forniti dal Fornitore su supporto informatico (CD Rom, chiavetta USB) in versione originale ed editabile, con l'estensione del file sorgente (AUTOCAD, EXCEL, WORD, etc.) ed in versione stampabile PDF.

Il supporto informatico dovrà al suo interno essere ordinato, la ricerca di file dovrà risultare agevole. A tal fine il progetto all'interno del supporto informatico andrà suddiviso tramite cartelle mantenendo la logica dei capitoli e delle sezioni dei VOLUMI I e II descritti nel presente documento.

Cataloghi, bollettini, manuali di istruzione, manuale operativo, fogli dati, Certificati di collaudo standard, ecc. potranno essere forniti direttamente con l'estensione PDF.

Il VOLUME I1 – MECHANICAL BOOK, dovrà come minimo essere composto dai seguenti capitoli:

9.3.1 SEZIONE I – AS BUILT

L'appaltatore a fine lavori dovrà produrre un progetto AS BUILT (come realizzato) di dettaglio, che tenga conto delle caratteristiche tecniche e standard operativi necessari.

L'approvazione della documentazione da parte della Committente e/o della DL, se necessario, si riferirà solo alla verifica formale dei parametri indicati nei documenti di progetto.

L'ingegneria, oggetto dell'appalto, verrà redatta sulla base della documentazione del progetto fornito, allegato alla presente specifica.

Il progetto AS-BUILT, dovrà prevedere anche l'emissione di planimetrie e disegni costruttivi per i supporti della distribuzione primaria e secondaria degli impianti (tubazioni, canali portacavi ecc.).

La documentazione tecnica sarà redatta nella lingua ufficiale nazionale, utilizzando la simbologia prescritta dalla Normativa di riferimento.

Si elenca di seguito quelli che si ritiene debbano costituire come minimo gli elaborati facenti parte del Progetto costruttivo (ovviamente faranno parte del progetto AS-BUILT i soli documenti effettivamente applicabili all'impianto oggetto del lavoro):

- Relazione Tecnica e Descrittiva
- Verifiche e Calcoli elettrici dimensionali Finali, comprensivi di:
    - Controllo del coordinamento fra Ib, In, Iz;
    - Coordinamento fra correnti di corto circuito, dispositivi di protezione e condutture;
    - Controllo del grado di selettività dei dispositivi di protezione;
    - Determinazione delle correnti di impiego dei circuiti principali.
    - Verifica termica dei Quadri
    - Calcoli illuminotecnici
    - Verifica della protezione dalle scariche atmosferiche
- Disegni Finali dell'impianto di Illuminazione e FM, con indicazione del posizionamento e della distribuzione (con indicazione minima di: dimensione

e tipo di tubazioni, sezione dei cavi utilizzati, dell'identificazione del circuito di appartenenza, legenda simboli con indicazione di marca e modello).

- Disegni Finali dell'impianto di Terra e Scariche Atmosferiche, con indicazione posizionamento e percorsi (con indicazione minima di: tipologia di conduttori, sezione dei cavi utilizzati, legenda simboli).
- Disegni Finali degli impianti speciali, quali Antintrusione, TVCC, Rivelazione incendi, Strumentazione, Fonia & Dati, con indicazione posizionamento e percorsi (con indicazione minima di: tipologia di conduttori, sezione dei cavi utilizzati, legenda simboli).
- Disegni Finali dei locali Quadri elettrici, delle Cabine MT/BT, dei locali Gruppi elettrogeni (con indicazione minima di: reale ingombro e peso delle apparecchiature, tipologia di conduttori, dettaglio distribuzione cavi, impianti elettrici ausiliari nei locali, sezione dei cavi utilizzati, legenda simboli).
- Sketch Isometrici
- Schemi: Funzionali, a Blocchi, Elettrico generale, Unifilari dei Quadri, di Cablaggio.
- Tipologici e standard di realizzazione (es.: pezzi speciali, tipici supporti, tipici installazione strumenti, tipici collegamenti elettrici e strumentali, ecc.)
- Liste parti di ricambio, liste consumabili, liste materiali di riempimento ecc.

9.3.2 SEZIONE II – SPECIFICHE DELLE APPARECCHAITURE

In questa sezione, dovranno essere contenute le specifiche tecniche e/o i fogli dati relativi a tutte le apparecchiature presenti in campo e le eventuali certificazioni di conformità e/o di prodotto delle apparecchiature. In questo stesso volume andranno inserite eventuali pagine di catalogo relative alle apparecchiature.

9.3.3 SEZIONE III – USO & MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

In questa sezione andranno inseriti come minimo i seguenti elaborati:

- Manuali di Commisioning
- Manualistica di uso,
- Manuale di Manutenzione con schede e programmi di manutenzione
- Programma di Training del personale Operativo
- Prescrizioni per le attività di manutenzione e smontaggio (spazio necessario)

9.3.4 SEZIONE IV – DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

In questa sezione dovranno essere presenti i seguenti documenti:

- Copia della dichiarazione di conformità, rilasciata alla fine dell'esecuzione dei lavori, in accordo al Decreto n°37 del 22 gennaio 2008 all'art. n

- Copia del certificato dei riconoscimenti tecnici-professionali con data non antecedente a più di 6 mesi dalla data di fine lavori;
- Eventuali certificazioni relative all'impresa esecutrice dei lavori in oggetto.

10 CAVI ELETTRICI & SPECIALI

10.1 SEPARAZIONE CAVI DI ENERGIA E CAVI DI SEGNALE

Si precisa che dovranno essere sempre previste canalizzazioni, tubazioni rigide tipo TAZ, tubazioni rigide tipo PVC, tubazioni flessibili da esterno o da incasso e scatole di derivazione dedicate ai soli cavi di segnale e dedicate ai soli cavi di energia. Non dovrà essere prevista commistione di cavi tra quelli di energia e quelli di segnale anche nelle tubazioni interrate. Qualora in particolari casi, in accordo al Committente ed alla DL, non sia possibile separare i cavi di segnale da quelli di energia, la tensione di isolamento dei cavi di segnale, dovrà essere la stessa di quella dei cavi di energia.

10.2 PRINCIPALI TIPOLOGIE DI CAVI UTILIZZATI

Tutti i cavi e i conduttori impiegati nella realizzazione degli impianti elettrici dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità con le norme CEI/UNEL applicabili in vigore ed in particolare con le seguenti:

- *Norme CEI 20-13*
- *Norme CEI 20-20*
- *Norme CEI 20-22*

per i cavi non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi e di gas tossici e corrosivi.

- *Norme CEI 20-38*
- *Norme CEI 20-35*
- *Norme CEI 20-37*

per i circuiti di potenza o per trasferimento di segnali in ambienti a rischio di incendio per i cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi e corrosivi, resistenti al fuoco:

- *Norme CEI 20-45*
- *Norme CEI 20-35*
- *Norme CEI 20-36*
- *Norme CEI 20-37*

per impianti di massima sicurezza nei confronti dell'incendio (luce di emergenza, di allarme e di rivelazione automatica di incendio, sistemi di elevazione, aerazione, telefonici di emergenza).

Tutte le condutture devono essere protette dalle sovracorrenti conformemente alle norme CEI 64-8. Devono anche essere considerate ed applicate tutte le normative inerenti i componenti ed i materiali utilizzati nonché le regolamentazioni e le normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni.

In particolare, nella realizzazione degli impianti elettrici saranno impiegati i seguenti tipi di cavi:

10.2.1 RG7H1R 1,8/3 kV ÷ 26/45kV – MEDIA TENSIONE. ENERGIA

DESCRIZIONE:

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi Uo/U ≥ 6/10 kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi Uo/U ≥ 6/10 kV)
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale di esercizio: Uo/U 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: 0°C

- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte ildiametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm$_2$ disezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011/UE e Norma EN 50575:

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

MARCATURA MINIMA

[Ditta] RG7H1R [Tensione di isolamento] [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.2 RG7H1OR 1,8/3 kV ÷ 18/30kV – MEDIA TENSIONE. ENERGIA

DESCRIZIONE:

- Cavi tripolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore (*): rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- (solo cavi Uo/U ≥ 6/10 kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- (solo cavi Uo/U ≥ 6/10 kV)
- Schermo: nastri di rame rosso avvolti
- Identificazione fasi: fili o nastrini colorati
- Riempitivo: estruso penetrante tra le anime
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale di esercizio: Uo/U 1,8/3 ÷ 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C

- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte ildiametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm$_2$ disezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011/UE e Norma EN 50575:

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

MARCATURA MINIMA

[Ditta] RG7H1OR [Tensione di isolamento] [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.3 RG7H1M1 12/20 kV o 18/30kV – MEDIA TENSIONE. ENERGIA

DESCRIZIONE:

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, a spessore ridotto, con temperatura massima di esercizio di 105°C.Un'elevata temperatura di esercizio ne consente l'impiego con un sovraccarico del 10% circa in esercizio continuo e/o maggiori margini in situazioni critiche rispetto ai cavi tradizionali.
- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento (spessore ridotto): gomma, qualità G7 senza piombo (HD 620 DHI 2)
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale

- Guaina: termoplastica LS0H, qualità M1
- Colore: rosso

LS0H = Low Smoke Zero Halogen

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale di esercizio:
  - RG7H1M1-12/20 kV: Uo/U 12/20 kV
  - RG7H1M1-18/30 kV: Uo/U 18/30 kV
- Tensione massima di esercizio:
  - RG7H1M1-12/20 kV: Um 24 kV
  - RG7H1M1-18/30 kV: Um 36 kV
- Temperatura massima di esercizio: 105°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 300°C

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm$_2$ di sezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze; particolarmente indicati nei luoghi con pericolo d'incendio, nei locali dove si concentrano apparecchiature, quadri e strumentazioni dove è fondamentale la loro salvaguardia. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011/UE e Norma EN 50575:

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

MARCATURA MINIMA

[Ditta] RG7H1M1 12/20kV [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

[Ditta] RG7H1M1 18/30kV [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.4 RG7H1ONM1 12/20 kV – MEDIA TENSIONE. ENERGIA

DESCRIZIONE:

- Cavi tripolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, armati con nastri di acciaio zincato sotto guaina di termoplastica.
- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: nastri di rame rosso avvolti
- Riempitivo: in gomma non igroscopico penetrante tra le anime
- Guainetta: termoplastica LS0H, qualità M1
- Armatura: nastri di acciaio zincato avvolti
- Guaina: termoplastica LS0H, qualità M1
- Colore: rosso

LS0H = Low Smoke Zero Halogen

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale di esercizio Uo/U: 12/20 kV
- Tensione U max: 24 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 16 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm_2 di sezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze; particolarmente indicati nei luoghi con pericolo d'incendio, nei locali dove si concentrano apparecchiature, quadri e strumentazioni dove è fondamentale la loro salvaguardia. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammessa la posa interrata.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011/UE e Norma EN 50575:

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

MARCATURA MINIMA

[Ditta] RG7H1ONM1 12/20kV [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.5 FG16(O)R16 0,6/1 kV - BASSA TENSIONE, ENERGIA, SEGNALAMENTO & COMANDO

DESCRIZIONE:

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari)
- Guaina: PVC, qualità R16
- Colore: grigio

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale Uo/U: 600/1000 V c.a. 1500 V c.c.
- Tensione massima Um: 1200 V c.a. 1800 V c.c. anche verso terra
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

- Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali.

- Buon comportamento alle basse temperature.
- Resistente ai raggi UV.

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm_2 di sezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Riferimento Guida CEI 20-67 per quanto applicabile:

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale. Per posa fissa all'interno e all'esterno, anche in ambienti bagnati; per posa interrata diretta e indiretta. Per all'installazione all'aria aperta, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari. Adatto per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

COLORI DELLE ANIME:

- Unipolare: nero
- Bipolare: blu, marrone
- Tripolare: giallo verde, blu, marrone – oppure – marrone, nero, grigio
- Quadripolare: giallo verde, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio
- Pentapolare: giallo verde, blu, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio, nero

Le anime nei cavi multipli per segnalamento e comando sono nere numerate con o senza conduttore G/V.

MARCATURA MINIMA

[Ditta] FG16(O)R16 0,6/1 kV [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.6 FG16(O)M16 0,6/1 kV - BASSA TENSIONE, ENERGIA, SEGNALAMENTO & COMANDO

DESCRIZIONE:

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: termoplastico LS0H, penetrante tra le anime (opzionale)
- Guaina: termoplastica LS0H, qualità M16
- Colore: verde o grigio

LS0H = Low Smoke Zero Halogen

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale Uo/U: 600/1000 V c.a. 1500 V c.c.
- Tensione massima Um: 1200 V c.a. 1800 V c.c. anche verso terra
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

- Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali.
- Buon comportamento alle basse temperature.

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm2 di sezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Riferimento Guida CEI 20-67:

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nei luoghi con pericolo d'incendio e con elevata presenza di persone come scuole, uffici, cinema, teatri, mostre, biblioteche, ospedali, musei,

alberghi. Per posa fissa all'interno e all'esterno, anche in ambienti bagnati; per posa interrata diretta e indiretta. Per all'installazione all'aria aperta, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari. Adatto per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e fumi nocivi, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

COLORI DELLE ANIME:

- Unipolare: nero
- Bipolare: blu, marrone
- Tripolare: giallo verde, blu, marrone – oppure – marrone, nero, grigio
- Quadripolare: giallo verde, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio
- Pentapolare: giallo verde, blu, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio, nero

Le anime nei cavi multipli per segnalamento e comando sono nere numerate con o senza conduttore G/V.

DATI MINIMI MARCATURA

[Ditta] FG16(O)M16 0,6/1 kV [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.7 FTG18(O)M18 0,6/1 kV - BASSA TENSIONE, ENERGIA, SEGNALAMENTO & COMANDO

DESCRIZIONE:

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Nastratura: nastro di vetro/mica avvolto ad elica
- Isolamento: gomma, qualità G18
- Riempitivo: termoplastico LS0H, penetrante tra le anime, formante guainetta
- Guaina: termoplastica LS0H, qualità M16
- Colore: blu

LS0H = Low Smoke Zero Halogen

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Buona resistenza agli oli e grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature. Assicura il funzionamento in presenza di fuoco e shock meccanici per almeno 120 minuti alla temperatura di 830°C.

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 14 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm2 di sezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Adatto al trasporto di energia e alla trasmissione di segnali e comandi per impianti elettrici quando è richiesta la massima sicurezza nei confronti dell'incendio, quali luci di emergenza e di allarme, rilevazione automatica dell'incendio, dispositivi di spegnimento incendio, apertura porte automatiche, sistemi di aerazione e di condizionamento, sistemi telefonici di emergenza.

Per posa fissa all'interno in ambienti anche bagnati e all'esterno. Può essere installato su murature e su strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.

Ammessa la posa interrata anche non protetta.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

COLORI DELLE ANIME:

- Unipolare: nero
- Bipolare: blu, marrone
- Tripolare: giallo verde, blu, marrone – oppure – marrone, nero, grigio
- Quadripolare: giallo verde, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio
- Pentapolare: giallo verde, blu, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio, nero

DATI MINIMI MARCATURA

[Ditta] FTG18(O)M16 0,6/1 kV [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.8 FS17 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO

DESCRIZIONE:

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: PVC, qualità S17
- Colore: nero, blu, marrone, grigio, arancione, rosa, rosso, azzurro, viola, bianco, giallo/verde

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale Uo/U: 450/750 V
- Tensione massima Um: 1000 V in c.a.
- Temperatura massima di esercizio: 70°C
- Temperatura minima di esercizio: -10°C(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 160°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

- Buona scorrevolezza nelle tubazioni
- Buona flessibilità e resistenza alle abrasioni
- Ottima spellabilità.

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: 5°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm2 di sezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Riferimento Guida CEI 20-40:

Installazione entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari, ma solo all'interno di edifici. Installazione fissa entro apparecchi di illuminazione o apparecchiature di interruzione e di comando; in questo caso è ammesso per tensioni fino a 1000 V in c.a. e 750 V in c.c. in rapporto alla terra. Adatto per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio. Non adatto per posa all'esterno.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011/UE e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e fumi nocivi, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

DATI MINIMI MARCATURA

[Ditta] FS17 450/750 V [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.9 FG17 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO

DESCRIZIONE:

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: elastomerico reticolato LS0H, qualità G17
- Colore: nero, blu, marrone, grigio, arancione, rosa, rosso, azzurro, viola, bianco, giallo/verde

LS0H = Low Smoke Zero Halogen

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale Uo/U: 450/750 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -30°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

- Buona scorrevolezza nelle tubazioni
- Buona resistenza alle abrasioni
- Ottima spellabilità.

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: -15°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm2 di sezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Riferimento Guida CEI 20-40:

Adatto in ambienti dove è fondamentale la salvaguardia delle persone: scuole, uffici, teatri, metropolitane, ospedali, luoghi di culto, centri commerciali e luoghi di pubblico spettacolo e intrattenimento. Per installazione entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari. Per installazione fissa e protetta entro apparecchi di illuminazione o apparecchiature di interruzione e di comando. Quando l'installazione è protetta all'interno di apparecchiature di interruzione o di comando questo cavo è ammesso per tensioni fino a 1000 V in c.a. o 750 V in c.c. in rapporto alla terra.

Adatto per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio. Non adatto per posa all'esterno.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e fumi nocivi, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

DATI MINIMI MARCATURA

[Ditta] FG17 450/750 V [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.10 H07Z1-K Type 2 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO

DESCRIZIONE:

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: termoplastico LS0H, qualità TI7
- Colore: nero, blu, marrone, arancione, grigio, rosso, azzurro, viola, bianco, giallo/verde

LS0H = Low Smoke Zero Halogen

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale: Uo/U 450/750 V
- Temperatura massima di esercizio: 70°C
- Temperatura minima di esercizio: -10°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 160°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

- Buona scorrevolezza nelle tubazioni
- Buona resistenza alle abrasioni
- Ottima spellabilità.

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: 5°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm_2 di sezione del rame

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Riferimento Guida EN 50565:

Particolarmente indicati in ambienti ad elevata presenza di persone, dove sono necessarie prestazioni speciali in caso di incendio o quando le condizioni o regolamenti locali richiedono livelli aumentati di sicurezza pubblica, un basso livello di emissione di fumi, gas tossici e corrosivi. Per posa fissa e protetta entro apparecchi, anche di illuminazione, per tensioni fino a 1000 V in corrente alternata o fino a 750 V in corrente continua in rapporto alla terra. Adatto per installazione in condotti montati in superficie o incassati. Può essere installato a fascio. La presenza d'acqua in contatto con il cavo non è accettabile.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e fumi nocivi, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

DATI MINIMI MARCATURA

[Ditta] H07Z1-K TYPE 2 450/750 V [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.11 PBS-R 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO, SEGNALAMENTO & COMANDO -

DESCRIZIONE:

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: Compound speciale in isovinile
- Guaina: Compound speciale atossico a basso assorbimento di acqua
- Colore: Blu

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale Uo/U: posa mobile 450/750 V- posa fissa 600/1000 V
- Temperatura di servizio continuo:
  - posa fissa all'aria libera: -40°C a +70°C
  - posa mobile all'aria libera: -25°C a +70°C
  - posa fissa in acqua: +50°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

- Resistente all'acqua anche per immersioni permanenti AD8.
- Profondità di immersione permanente: 250 m – 25 bars

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: -40°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 6 volte il diametro del cavo per posa mobile, 4 volte per posa fissa.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 15 N/mm2 di sezione del rame per posa mobile, 50 N/mm2 per posa fissa

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Ideale per l'alimentazione di pompe a immersione a contatto diretto con l'acqua potabile, **questo cavo è certificato AD8 (immersione permanente) ed è omologato ACS (attestato di conformità sanitaria).**

COLORI DELLE ANIME:

- Unipolare: blu – oppure – marrone – oppure – giallo verde
- Bipolare: blu, marrone
- Tripolare: giallo verde, blu, marrone – oppure – marrone, nero, grigio
- Quadripolare: giallo verde, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio
- Pentapolare: giallo verde, blu, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio, nero

Le anime nei cavi multipli per segnalamento e comando sono nere numerate con o senza conduttore G/V.

DATI MINIMI MARCATURA

[Ditta] PBS-R 450/750 V [formazione] [anno] [ordine] [metrica] IMMERSIONE PERMANENTE NF C 15-100 AD8

10.2.12 H07RN8-F 450/750 V - BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO, SEGNALAMENTO & COMANDO

DESCRIZIONE:

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità EI4
- Guaina: policloroprene o elastomero equivalente, resistente all'acqua (AD8)
- Colore: nero

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale Uo/U: 450/750 V c.a. (600/1000 V c.c.)
- Temperatura massima di esercizio: 60°C (*)
- Temperatura minima di esercizio: -40°C(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 200°C

(*) In caso di installazione fissa e protetta il cavo può essere utilizzato fino a 85°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

- Buona flessibilità e resistenza all'abrasione, colpi, schiacciamenti e lacerazioni.
- Buona resistenza agli agenti atmosferici, ai grassi e oli minerali.
- Resistente all'acqua anche per immersioni permanenti fino a 10 m classe AD8.

CONDIZIONI DI POSA

- Temperatura minima di posa: -25°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 6 volte il diametro del cavo per posa mobile, 4 volte per posa fissa.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 15 N/mm2 di sezione del rame per posa mobile, 50 N/mm2 per posa fissa

IMPIEGO E TIPO DI POSA

Riferimento Guida EN 50565:

Per posa mobile: particolarmente adatto per collegare pompe sommerse e nei casi in cui il cavo è permanentemente sott'acqua. Per uso interno, all'esterno e in officine con atmosfera esplosiva.

Per collegamenti soggetti a sollecitazioni meccaniche medie quali utensili elettrici, macchine utensili (solo per segnalamento), motori o macchine trasportabili nei

cantieri edili o in applicazioni agricole. Per posa fissa, può essere utilizzato in edifici provvisori o baracche di cantieri. Idoneo per collegamenti di elementi costruttivi di apparecchi di sollevamento e di macchine.

Ne è consentito l'impiego fino a 1000 V in corrente alternata in caso di installazioni fisse, protette entro tubazioni o apparecchiature ed anche per collegamenti di motori di apparecchi elevatori.

NOTA: Per installazioni non disciplinate dal Regolamento UE 305/2011.

COLORI DELLE ANIME:

- Unipolare: nero
- Bipolare: blu, marrone
- Tripolare: giallo verde, blu, marrone – oppure – marrone, nero, grigio
- Quadripolare: giallo verde, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio
- Pentapolare: giallo verde, blu, marrone, nero, grigio – oppure – blu, marrone, nero, grigio, nero

Le anime nei cavi multipli per segnalamento e comando sono nere numerate con o senza conduttore G/V.

DATI MINIMI MARCATURA

[Ditta] H07RN8-F 450/750 V [formazione] [anno] [ordine] [metrica]

10.2.13 PEZZATURE

La differenza sulla lunghezza effettiva della pezzatura non dovrà essere superiore al ±3%. In caso di pezzature con tolleranze negative oltre il -3%, il cavo non verrà accettato.

10.2.14 PRESCRIZIONI DI POSA

I conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc..

I cavi devono essere posati senza alcuna giunzione intermedia.

Nei casi in cui, per problematiche di spazio e posa, si necessitasse di giunzioni e derivazioni queste devono

essere eseguite in cassette con morsetti di sezione adeguata; cassette e giunzioni devono essere ubicate in luoghi facilmente accessibili.

L'ingresso dei cavi nelle cassette di transito e di derivazione deve essere sempre eseguito a mezzi di appositi

raccordi pressa cavo oppure passacavo.

Particolari condizioni di posa dettate dal costruttore devono essere rispettate (ad es.: temperature di posa, raggi

di curvatura, tiri di infilaggio, ecc.).

Tutti i cavi devono essere opportunamente intestati con puntalini o capicorda del tipo a compressione.

10.2.15 INDIVIDUAZIONE DEI CAVI ELETTRICI

Per l'individuazione sicura e facile dei cavi, sia nel percorso in canala che in struttura, si devono applicare apposite targhe fascettate ai cavi, o in alternativa se preventivamente autorizzato dalle DL si potranno utilizzare marker indelebili e resistenti all'acqua, riportanti: tensione, circuito, sezione, destinazione.

La marcatura dei cavi va applica come minimo:

- *ogni 20/25 m di percorso rettilineo nei tratti in canala e/o in tubazioni;*
- *nei punti di smistamento con presenza di più cavi;*
- *in alto e in basso nelle strutture in salita/discesa;*
- *in tutti i pozzetti di passaggio;*
- *nelle cassette di derivazione.*

Per le tubazioni interrate dovrà essere sempre previsto l'utilizzo del nastro monitore lungo tutta la lunghezza della tubazione, al fine di segnalare la presenza di cavi elettrici durante eventuali operazioni di scavo.

10.2.16 RAGGI DI CURVATURA

Il raggio minimo di curvatura dei cavi senza rivestimento metallico deve essere almeno 12D, dove D è il diametro esterno del cavo. Per i cavi con rivestimento metallico il limite sale a 14D. Il raggio minimo di curvatura può essere anche ridotto su precisa indicazione del costruttore del cavo stesso. Ad esempio, alcuni costruttori di cavi in gomma (G7) indicano un raggio minimo di curvatura di 6D per i cavi rigidi e 4D per i cavi flessibili.

10.3 CAVI PER RETE DATI & SISTEMA DI SUPERVISIONE

10.3.1 CARATTERISTICHE DEI CAVI IN RAME PER RETE ETHERNET

10.3.1.1 CARATTERISTICHE GENERALI ED ELETTRICHE

I cavi utilizzati per la realizzazione delle reti Ethernet necessarie al controllo e monitoraggio del depuratore devono essere di tipo FC TP (FastConnect Twisted Pair) a 4 coppie conforme agli standard TIA/EIA 568 con prestazioni di categoria 6.

I cavi FC TP a 4 coppie saranno costituiti da n. 8 conduttori (4 coppie) in rame solido AWG24 (diametro 0,511 mm).

Le caratteristiche elettriche e trasmissive che il canale (costituito per ogni utenza dalla bretella di permutazione, dal cavo, dall'attacco di utente e dalla bretella di utente) dovrà avere, sono quelle specificate negli standard EIA-TIA 568, per la categoria e 6, che per brevità, qui saranno riportate.

10.3.1.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE E CHIMICHE

Tutti i cavi in rame saranno del tipo antifiamma e a bassa emissione di fumi (LSZH) secondo le seguenti norme:

- non propagazione dell'incendio (CEI 20-22 III, IEC 60332-3) e s.m.i.;
- non emissione di gas alogenidrici (CEI 20-37 Parte 1, IEC 60754.1) e s.m.i.;
- bassa emissione di fumi opachi (CEI 20-37 Parte 3, IEC 61034) e s.m.i.;
- basso sviluppo di gas tossici (CEI 20-37) e s.m.i..

I cavetti in rame, così come anche tutti gli altri cavi, dovranno essere posati rispettando le indicazioni del costruttore sul raggio minimo di curvatura del cavo stesso. Nel caso in cui l'installazione richieda una trazione, dovranno essere rispettate anche le indicazioni sulla massima forza di tiro e sul minimo raggio di curvatura durante la trazione.

L'installazione e l'attestazione dei cavi in rame alle prese o ai pannelli presso gli armadi dovrà essere eseguita in osservanza del relativo paragrafo dello standard ISO 11801.

Tutte le prese in rame dovranno essere collaudate con uno strumento certificato ed una procedura conforme alle relative specifiche per la Categoria 6 e per ogni presa dovrà essere fornita la documentazione sia cartacea di tali collaudi (certifiche di rete controfirmate dal responsabile del cantiere per l'azienda appaltatrice) che in formato elettronico.

Tali certificazioni dovranno essere corredate del certificato di calibrazione della strumentazione utilizzata in corso di validità.

10.3.1.3 SCHEDA DESCRITTIVA DEI CAVI IN RAME PER RETE ETHERNET

Tipo di cavo		Denominazione	Caratteristiche	Campo d'impiego
Twisted Pair		TP Cord	Cavi Patch, con RJ45, connettori Sub-D a 15 o 9 poli , confezionati	Per il collegamento di nodi/partner a componenti di rete all'interno di un quadro elettrico, fino a 10 m di lunghezza del cavo
FastConnect			Cavi d'installazione in tecnica a perforazione d'isolante fornibile a metraggio	Per il collegamento diretto tra nodi/partner e componenti di rete, serve per il cablaggio strutturato, collegamento rapido e semplice dei cavi ai contatti FC
IE FC TP Cable 2 x 2, a 4 fili per reti Fast Ethernet		IE FC TP Standard Cable GP 2x2		- Cavo di bus standard con fili rigidi e struttura speciale per montaggio rapido; 4 fili rigidi cordati come bicoppia a stella
		IE FC TP Flexible Cable GP 2 x 2		- Cavo di bus flessibile per l'impiego speciale in applicazioni con movimento occasionale; 4 fili (trefoli) cordati come bicoppia a stella
		IE FC TP FRNC Cable GP 2 x 2		- Cavo flessibile privo di alogeni per l'impiego in edifici (FRNC= Flame Retardent Non Corrosive); 4 fili (trefoli) cordati come bicoppia a stella per movimento occasionale
		IE FC TP Trailing Cable GP/ IE FC TP Trailing Cable 2 x 2		- Cavo di bus assai flessibile per l'impiego speciale in applicazioni con catena portacavi con trascinamento continuo del cavo; 4 fili (trefoli) cordati come bicoppia a stella
		IE FC Festoon Cable GP 2 x 2		- Cavo flessibile per l'impiego speciale in applicazioni con movimento continuo in catene portacavi/festoni, ad es. in impianti di gru; 4 fili (trefoli) cordati come bicoppia a stella
		IE FC TP Food Cable 2 x 2		- Cavo flessibile per l'impiego speciale nell'industria dei generi alimentari e voluttuari; 4 fili (trefoli) cordati come bicoppia a stella
		IE FC TP Marine Cable 2 x 2		- Cavo di bus per l'impiego speciale su navi; 4 fili (trefoli) cordati coma bicoppia a stella, privo di alogeni, certificato per costruzione navale
		IE TP Torsion Cable 2 x 2		- Cavo di bus assai flessibile per l'impiego speciale in applicazioni con movimento continuo ad es. per l'impiego su robot; fili a trefoli
IE FC TP Cable 4 x 2, a 8 fili per reti Gigabit Ethernet		IE FC TP Standard Cable 4 x 2 (AWG 22)		- Per la realizzazione di reti Industrial Ethernet fino a 100 m in collegamento con l'IE FC Modular Outlet e il TP Cords
		IE FC TP Cable 4 x 2 (AWG 24)		- Per il collegamento diretto fino a 60 m senza tecnica patch con IE FC RJ45 Plug 4 x 2 e IE FC TP Cable 4 x 2 (AWG24)

10.3.2 CARATTERISTICHE DEI CAVI IN RAME PER RETE PROFIBUS

10.3.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI ED ELETTRICHE

I cavi utilizzati per la realizzazione delle reti Profibus necessarie al controllo e monitoraggio del depuratore devono essere di tipo FC (FastConnect) a due fili intrecciati con sezione circolare aventi guaina in PE o PUR per posa sotterranea.

10.3.2.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE E CHIMICHE

Tutti i cavi in rame saranno del tipo antifiamma e a bassa emissione di fumi (LSZH) secondo le seguenti norme:

- non propagazione dell'incendio (CEI 20-22 III, IEC 60332-3) e s.m.i.;
- non emissione di gas alogenidrici (CEI 20-37 Parte 1, IEC 60754.1) e s.m.i.;
- bassa emissione di fumi opachi (CEI 20-37 Parte 3, IEC 61034) e s.m.i.;

- basso sviluppo di gas tossici (CEI 20-37) e s.m.i..

I cavetti in rame, così come anche tutti gli altri cavi, dovranno essere posati rispettando le indicazioni del costruttore sul raggio minimo di curvatura del cavo stesso. Nel caso in cui l'installazione richieda una trazione, dovranno essere rispettate anche le indicazioni sulla massima forza di tiro e sul minimo raggio di curvatura durante la trazione. L'installazione e l'attestazione dei cavi in rame alle prese o ai pannelli presso gli armadi dovrà essere eseguita in osservanza del relativo paragrafo dello standard ISO 11801.

Tutte le prese in rame dovranno essere collaudate con uno strumento certificato ed una procedura conforme alle relative specifiche per la Categoria 6 e per ogni presa dovrà essere fornita la documentazione sia cartacea di tali collaudi (certifiche di rete controfirmate dal responsabile del cantiere per l'azienda appaltatrice) che in formato elettronico.

Tali certificazioni dovranno essere corredate del certificato di calibrazione della strumentazione utilizzata in corso di validità.

10.3.2.3 SCHEDA DESCRITTIVA DEI CAVI IN RAME PER RETE ETHERNET

Tipo di cavo		Denominazione	Caratteristiche	Campo d'impiego
				Per la realizzazione di reti PROFIBUS vengono offerti per le varie possibilità d'impiego i seguenti diversi tipi di cavi privi di silicone:
Cavi di bus con tecnica FastConnect		PROFIBUS FC Standard Cable GP FC Robust Cable FC Food Cable FC Ground Cable FC Flexible Cable FC Trailing Cable FC FRNC Cable GP FC Process Cable GP	Montaggio semplice e rapido dei connettori mediante l'utensile spelafili. Cavi schermati a due fili intrecciati con struttura radiale simmetrica.	- Cavo standard per impiego universale - Cavo speciale per ambiente con sollecitazioni chimiche e meccaniche - Cavo speciale per l'industria dei generi alimentari e voluttuari - Cavo speciale per la posa sotterranea - Cavo speciale per l'impiego con catene portacavi - Cavo da trascinamento per parti di macchina in movimento (cavo a trefoli) - Cavo privo di alogeni e difficilmente infiammabile - Cavo di bus per sistemi di bus di campo secondo IEC 61158-2 (area Ex- e Non-Ex)

11 DISTRIBUZIONE PRINCIPALE & SECONDARIA

11.1 PROTEZIONE MECCANICA DEI CONDUTTORI

Nei percorsi a vista fino ad una altezza di 2.5 m dal pavimento e comunque in tutte quelle zone ove sono prevedibili urti, i conduttori dovranno essere idoneamente protetti. Tutti i rivestimenti protettivi dei conduttori dovranno avere caratteristiche uguali o superiori a quelli previsti per i conduttori.

11.2 POSA DEI CONDUTTORE A BASSE TEMPERATURE

Durante le operazioni di posa i cavi potrebbero essere esposti a cedimenti dell'isolante dovuti a determinate condizioni ambientali, in particolare si raccomanda di non effettuare operazioni per cavi in PVC qualora la temperatura ambiente risulti essere inferiore a 0°C, mentre per i cavi in materiali elastomerici non si dovranno effettuare operazioni per temperature inferiori ai -15°C. Nel caso in cui le temperature risultassero inferiori a quelle indicate, sarà dovere dell'Appaltatore confrontarsi con il produttore dei cavi, al fine di redigere una procedura operativa che ad esempio prevede il pre-riscaldo dei cavi, in accordo a quanto previsto dal produttore. Tale procedura andrà comunque preventivamente approvata e condivisa con la DL.

11.3 TUBI PORTACAVI

Il diametro dei tubi deve essere almeno pari a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi in esso contenuto. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o con guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere la sfilabilità dei cavi in esso contenuti senza che ne risultino danneggiati i tubi o i cavi stessi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 20 mm.

Per la realizzazione degli impianti saranno impiegati i seguenti tipi di tubi a seconda delle prescrizioni indicate nelle descrizioni dei vari elaborati progettuali:

11.3.1 TUBAZIONI INSTALLATE "A VISTA"

Tubo in materiale plastico autoestinguente rigido, di tipo pesante, per la distribuzione nei tratti a vista. L' attestatura tra tubo e tubo o fra tubo e scatola, dovrà avvenire esclusivamente a mezzo di appositi bocchettoni o tramite scatole di derivazione dotate di bocchettoni. La giunzione tra tubi di diverso diametro dovrà avvenire solo mediante scatole di derivazione.

SI RIPORTANO DI SEGUITO LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE:

CARATTERISTICHE GENERALI	
Colore: grigio RAL 7035	Normativa: EN 61386-1 (CEI 23-80); EN 61386-21 (CEI 23-81)
Materiale: PVC	Campo di impiego: impianti elettrici e/o trasmissione dati in ambienti ordinari e particolari
Lunghezza di fornitura: verghe da 2 e 3 metri (± 0,5%)	Tipo di posa: prevalentemente in vista a parete e soffitto. Idonei nelle applicazioni all'interno di controsoffitti e pavimenti flottanti

Caratteristiche secondo IEC/EN 61386-21		Codice di classificazione
Resistenza alla compressione:	Media - 1250 N	4
Resistenza all'urto:	Media - 2 J	3
Campo di bassa temperatura:	-5 °C	2
Campo di alta temperatura:	+60 °C	1
Resistenza alla curvatura:	Rigido	1
Caratteristiche elettriche:	Con caratteristiche di isolamento elettrico	2
Protezione contro la penetrazione di corpi solidi senza accessori:		-
Protezione contro la penetrazione di corpi solidi con accessori:		4 / 6 *
Protezione contro la penetrazione dell'acqua senza accessori		0

Caratteristiche secondo IEC/EN 61386-21		Codice di classificazione
Protezione contro la penetrazione dell'acqua con accessori		0 / 5 / 7 *
Resistenza alla corrosione:	Non applicabile a sistemi in materiale plastico	-
Resistenza alla trazione:	Non dichiarata	0
Resistenza alla propagazione della fiamma:	Non propagante la fiamma	1
Resistenza al carico sospeso:	Non applicabile alla tipologia di sistema	0
Resistenza di isolamento: > 100 MΩ a 500 V per 1 minuto		
Rigidità dielettrica: 2000 V a 50 Hz per 15 minuti		

* Il grado di protezione IP dipende dalla tipologia di accessori utilizzata.

11.3.2 TUBAZIONI INSTALLATE "SOTTO TRACCIA"

Tubo corrugato in PVC, flessibile autoestinguente, di tipo pesante, ammesso solo sotto traccia. Non sono ammessi passaggi sotto intonaco che abbiano andamento trasversale sulla parete. Le dimensioni delle tubazioni dovranno essere tali da consentire un facile scorrimento dei conduttori.

Tutte le curve saranno eseguite a largo raggio, in modo da non formare strozzature che ostacolerebbero la sfilabilità dei cavi.

Il raggio di curvatura dei tubi deve comunque risultare non inferiore a 10 volte il diametro.

È fatto divieto transitare con le tubazioni in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura (distanza minima almeno 30 cm), idriche o del gas ecc. e di ammararsi a tubazioni a tubazioni, canali o altre installazioni meccaniche.

SI RIPORTANO DI SEGUITO LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE:

CARATTERISTICHE GENERALI	
Colore: Nero – Verde – Azzurro – Blu – Marrone – Bianco – Lilla	Classificazione: 3321
Materiale: termoplastico a base di cloruro di polivinile	Materiale: PVC

CARATTERISTICHE GENERALI	
Normativa: CEI 23-14 fascicolo 927 Tabella UNEL 37121-70	
Resistenza alla compressione: 3 (Media - 750 N)	Resistenza all'urto: 3 (Media - 2 J)
Resistenza alla curvatura: 2 (Pieghevole)	Caratteristiche elettriche: 2 (Con caratteristiche di isolamento elettrico)
Protezione penetrazione corpi solidi senza accessori: 0	Protezione contro penetrazione acqua: 0
Resistenza alla corrosione: Non applicabile a sistemi in materiale plastico	Resistenza propagazione fiamma: Autoestinguenza totale in meno di 30 secondi
Resistenza di isolamento: 100 MΩ a 500V per 1 minuto	Rigidità dielettrica: 2000 V a 50 Hz per 15 minut
Protezione contro la penetrazione di corpi solidi con giunto: 4	Campo di impiego: posa sotto traccia ad incasso, impianti elettrici e/o trasmissione dati in ambienti ordinari e particolari

11.3.3 TUBAZIONI IN ACCIAIO

Per la realizzazione degli impianti all'esterno, dove sono richiesti elevata resistenza meccanica e protezione agli urti, saranno impiegati tubazioni in acciaio zincato (TAZ), completi di collari, accessori di raccordo che garantiscano la continuità elettrica, curve, ecc.

Per il collegamento di apparecchiature vibranti o in caso di particolari percorsi, è ammesso l'uso di guaine metallo-plastiche che garantiscano la resistenza meccanica necessaria.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi, comunque il diametro esterno non deve essere inferiore a 20 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le

curve devono essere effettuate con raccordi o piegature eseguite a freddo che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Si tenga conto che, comunque sia non verranno accettate, tra una cassetta di derivazione e l'altra un numero di curve complessivamente superiori ai 270°.

A ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.

Le connessioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurvi corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;

Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non per mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti a influenze dannose in relazione a surriscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. I cavi e le tubazioni costituenti le reti di distribuzione degli impianti elettrici devono essere posti in opera secondo le norme e risultare montati a regola d'arte e perfettamente funzionanti.

11.4CUNICOLI

Il cunicolo è di norma ricavato nella pavimentazione dei locali quadri dovrà essere impiegato per la di distribuzione degli impianti elettrici, accertandosi che lo stesso

sia privo di qualsiasi tipo di sporgenza o spigolo; inoltre dovrà essere provvisto di piastre metalliche di dimensioni pari alla larghezza dello stesso che consentano una chiusura adeguata e sostengano le strutture sopra installate. In ogni caso di dovrà prevedere uno spazio di scorta all'interno della stessa pari ad almeno il 50%.

All'interno del cunicolo destinato ai cavi di energia non è ammessa la posa di linee di trasmissione dati anche se schermate e/o protette mediante separatori o tubazioni.

11.5CAVIDOTTI INTERRATI

Per la realizzazione delle tratte interrate della conduttura deve essere utilizzata una tubazione di tipo cavidotto corrugato a doppia parete; composto con mescole a base di polietilene che possiede caratteristiche eccellenti nei confronti dell'urto a freddo, dello schiacciamento e della resistenza alla perforazione. Questo tipo di tubazione permette la posa di conduttori interrati su tratte lunghe ed è caratterizzato da una doppia parete:

- una interna liscia consente l'infilaggio dei conduttori limitando al minimo l'attrito sulla superficie del tubo
- una esterna corrugata per conferire una notevole flessibilità al prodotto che può sopportare un raggio di curvatura pari o superiore a 15 volte il suo diametro esterno: si assicura così un facile superamento dei vari dislivelli presenti all'interno dello scavo e una buona resistenza meccanica.

I cavidotti dovranno essere forniti con almeno un'estremità munita di manicotto di giunzione in materiale isolante per la rapida unione con un altro cavidotto.

Il diametro dei tubi deve essere pari almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi in esso contenuto. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o con guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere la sfilabilità dei cavi in esso contenuti senza che ne risultino danneggiati i tubi o i cavi stessi.

Per altre ulteriori prescrizioni si fa riferimento alla posa dei cavi in tubazioni a vista.

Le colorazioni dei tubi per consentire una migliore identificazione dei circuiti, così come già avviene in altri paesi europei, saranno:

- Nero o Rosso per gli impianti elettrici.
- Verde per le condutture telefoniche.
- Blu per le condutture a fibre ottiche.
- Bianco identifica le linee TV ed informatiche.
- Giallo segnala la presenza di condutture elettriche in luoghi con pericolo di urti accidentali.
- Arancio per tutti gli altri usi è disponibile.

SI RIPORTANO DI SEGUITO LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE TENCICHE

CARATTERISTICHE GENERALI	
Colore: Nero – Rosso - Verde – Blu – Bianco – Giallo - Arancio	Temperature di applicazione permanente e installazione: -10°C / +40°C
Cavidotto flessibile a doppia parete liscio all'interno corrugato all'esterno	Resistenza di isolamento: > 100 Mohm
Materiale: polietilene ad alta densità	Rigidità dielettrica superiore a 800 kV/cm
Resistenza allo schiacciamento: 450-750N	Impermeabilità: stagni all'immersione.
Resistenza allo schiacciamento: 450-750N	Accessori di complemento: filo pilota in acciaio e manicotti di giunzione
Resistenza all'urto: 60kgcm a –25°C	

11.6CRITERI DI POSA PER CAVI & TUBAZIONI INTERRATE

I cavi per posa interrata devono sempre:

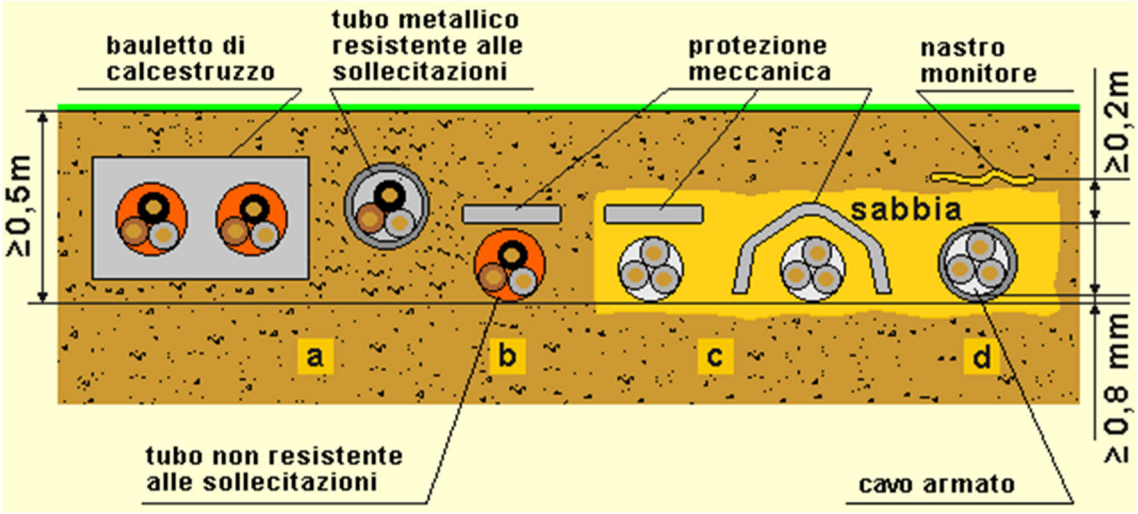
- essere dotati di guaina protettiva (doppio isolamento)
- protetti contro lo schiacciamento, quando si prevede in superficie il passaggio di mezzi pesanti
- protetti contro i danni che possono essere provocati da eventuali scavi manuali e meccanici

I cavi collocati direttamente nel terreno, eventualmente posati su di un alveo di sabbia, devono essere interrati ad una profondità minima di almeno 0,5 m, inoltre:

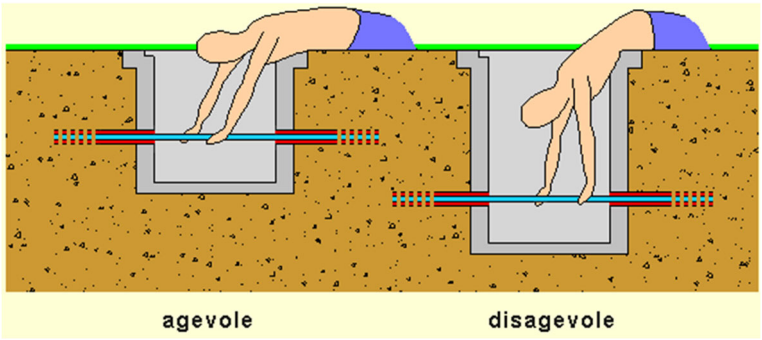
- Devono possedere un'armatura metallica di spessore non inferiore a 0,8 mm (fig. d)
- Oppure devono avere una protezione meccanica supplementare per tutta la lunghezza (fig. c)
- Se il cavo è armato e posato senza ulteriore protezione meccanica la sua posizione è bene che sia segnalata da apposito nastro monitore (fig. d)

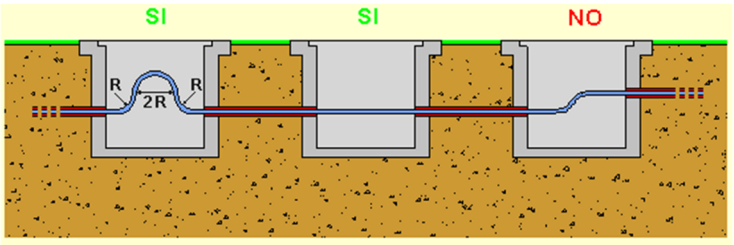
Le tubazioni isolanti devono essere sempre posate ad una profondità di almeno 0,5 m, anche se di tipo pesante, con una protezione meccanica supplementare in modo conforme alla norma (fig. b).

Non è richiesta una profondità minima di posa se il cavo è posto entro un tubo protettivo che resista ai normali attrezzi di scavo, ad esempio un idoneo tubo metallico (fig. a).



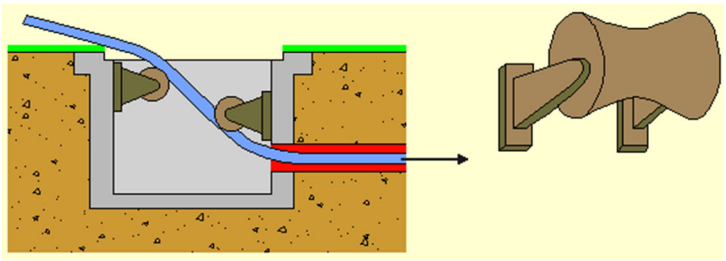
I pozzetti devono avere dimensioni idonee a consentire un agevole infilaggio dei conduttori, nel rispetto dei raggi di curvatura stabiliti dal costruttore e per quanto possibile, i tubi di un cavidotto che fanno capo ad uno stesso pozzetto devono essere tra loro allineati, a tal fine una volta completata la posa dei tubi, prima del loro ricoprimento, si dovrà verificare la continuità e l'allineamento degli stessi.



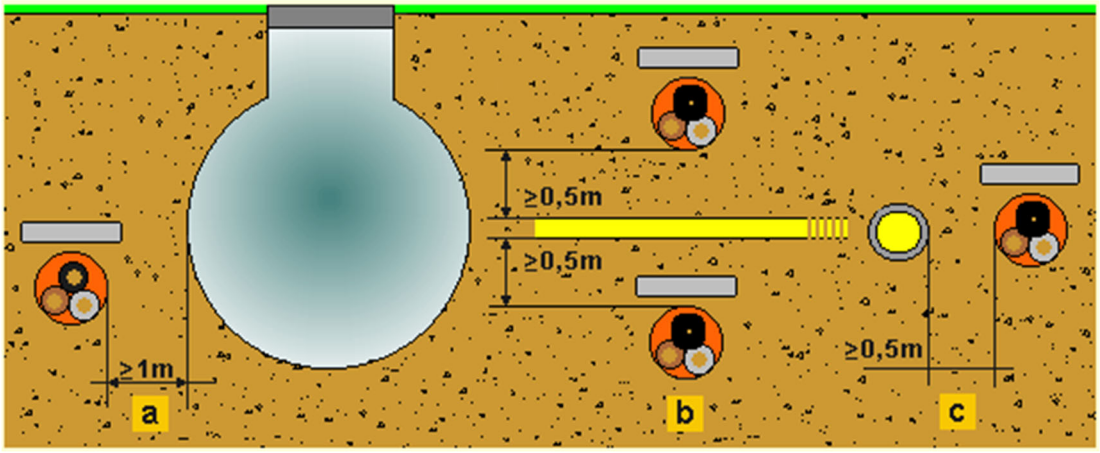


Durante le operazioni di infilaggio dei conduttori, la forza di traino necessaria deve essere esercitata sui conduttori e non sugli isolanti del cavo.

Al fine di semplificare le operazioni di tiro è possibile utilizzare dei rulli per il traino.



In presenza di serbatoi contenti liquidi o gas infiammabili occorre adottare distanze di sicurezza non inferiori a 1 metro (fig A). Negli incroci e nei parallelismi tra tubazioni GAS ed elettriche le distanze di rispetto non devono essere inferiori a 0,5 m (fig B,C).



11.7 CANALIZZAZIONI METALLICHE

Per la realizzazione delle canalizzazioni porta cavi saranno utilizzati solo elementi di tipo prefabbricato, forniti come accessori del sistema di passerelle, non saranno ammessi "pezzi unici" costruiti artigianalmente.

Nella costruzione della struttura si dovranno rispettare i limiti dimensionali di carico ammessi previsti dalla ditta costruttrice.

Tutti i pezzi speciali (curve, incroci, derivazioni, riduzioni ecc.) dovranno essere del tipo prefabbricato con le stesse caratteristiche delle passarelle. Le giunzioni tra i vari elementi dovranno essere eseguite per mezzo di piastre o adeguate sagomature, adatte a mantenere la continuità metallica, elettrica ed il grado di protezione.

Le canalizzazioni saranno fissate alle strutture dei fabbricati con mensole in profilati di acciaio zincati proporzionate in modo da reggere i carichi e comunque ad una interdistanza non superiore ad 1,5 metri.

Le mensole di fissaggio a sostegno delle canalizzazioni dovranno essere di tipo prefabbricato e regolabili, costituite da profilato in lamiera zincata.

Il fissaggio delle mensole alle strutture sarà realizzato con staffe murate e controstaffe bullonate, oppure tramite tasselli metallici ad espansione, escludendo l'impiego di pistole sparachiodi o di accoppiamenti eseguiti tramite saldature ai ferri di armatura.

Qualora necessario dovranno essere previsti i giunti di dilatazione termica, rispettando le specifiche e le indicazioni del fornitore.

Se non diversamente indicato negli elaborati progettuali, è ammessa la posa senza coperchio nei percorsi al di sotto dei 2m dal piano calpestio, ove si ritiene (sempre in accordo alla DL) non sia necessaria la protezione meccanica, a condizione di un corretto ancoraggio dei conduttori alla canalizzazione. I coperchi dovranno essere fissati alle canalizzazioni con idonei sistemi di fissaggio.

Le passerelle dovranno essere realizzate in acciaio zincato mentre i canali dovranno essere in acciaio zincato e verniciato con polveri epossidiche.

Nella costruzione della struttura si dovranno rispettare i limiti dimensionali di carico ammessi previsti dalla ditta costruttrice.

Le canaline metalliche dovranno garantire grado di protezione almeno IP2X.

La sezione occupata dai cavi di energia nelle canalizzazioni non dovrà superare il 50 % della sezione utile delle canalizzazioni stesse. Per le canalizzazioni a più setti separatori il coefficiente di stipamento da rispettare è del 50%, riferito ad ogni singolo scomparto.

All'interno di canale possono essere posati conduttori con o senza guaina, I cavi unipolari appartenenti allo stesso circuito devono essere posati all'interno dello stesso canale o tubazione per evitare riscaldamenti dovuti a correnti indotte. I conduttori senza guaina non potranno essere posati all'interno delle passerelle a filo.

Se una stessa canalizzazione è utilizzata per circuiti a tensione diversa deve essere munita di setti separatori, oppure i cavi di segnale devono avere grado di isolamento almeno uguale ai cavi di energia.

Devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI, considerando che l'Appaltatore potrà prevedere la connessione fra diversi elementi ogni 25m, all'inizio ed alla fine della canalizzazione, e laddove vengano installati dei giunti di dilatazione, soltanto se garantirà e renderà disponibili i certificati di continuità elettrica del costruttore, fra i vari componenti del sistema di canalizzazione. In caso contrario tutti i singoli componenti metallici

dovranno essere collegati fra di loro con idoneo connessione di terra mediante cavo G/V di sezione minima 2,5mm².

Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio; tali barriere devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate. Le barriere tagliafiamma non dovranno essere posate solo all'esterno della conduttura, ma dovranno essere installate anche al loro interno.

Le caratteristiche di resistenza, al calore anormale e al fuoco, dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI.

11.8CANALIZZAZIONI IN PVC

Le canaline impiegate devono essere provviste delle omologazioni e certificazioni previste dalla normativa vigente, devono essere a uno o più scomparti complete di coperchio ed accessori di installazione, con grado di protezione almeno pari a IP 4X.

Le canaline devono presentarsi senza forature, sia per quanto riguarda il corpo che i setti di separazione. La continuità dei setti dovrà essere garantita anche nelle curvature della canalina effettuando intagli a 45° e facendo combaciare le parti esterne dei tratti contigui. Le dimensioni delle canaline saranno scelte in modo da avere, a cavi posati, uno spazio libero pari ad almeno il 50% dello spazio totale.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si dovranno utilizzare i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); in particolare, opportune barriere devono separare i cavi a tensioni nominali differenti. Le dimensioni ed il numero di scomparti dovranno essere scelti in funzione del numero di cavi da posare considerando sempre la necessità di garantire una riserva di spazio pari ad almeno il 50% dello spazio totale di ogni singolo scomparto.

Le canaline dovranno essere corredate di scatole di derivazione ed accessori facenti parte del sistema di canalizzazione scelto. Gli apparecchi installati su canalina dovranno essere ubicati in scatole portapparecchi facenti parte del sistema di

canalizzazione scelto. Gli spostamenti e le curve saranno eseguite mediante componenti di interconnessione con possibilità di variazione dell'angolazione (anche >90°). Per la realizzazione di canalizzazioni in canaline portacavi saranno utilizzati solo elementi di tipo prefabbricato. Le canaline saranno fissate alle strutture del fabbricato tramite appositi sostegni in modo da reggere i carichi e resistere alle sollecitazioni meccaniche. Non dovranno essere realizzate giunzioni all'interno delle canaline. Le giunzioni andranno effettuate solo nelle scatole di derivazione. Nei punti di incrocio e/o derivazione delle canaline dovranno sempre essere installati appositi box dotati di setti separatori.

11.9SCATOLE DI DERIVAZIONE

Le scatole e cassette di derivazione saranno impiegate nella realizzazione delle reti di distribuzione ogni volta che dovrà essere eseguita sui conduttori una derivazione e tutte le volte che lo richiedano le dimensioni, la forma o la lunghezza di un tratto di tubazione. Di norma queste scatole verranno altresì impiegate ad ogni brusca deviazione del percorso delle tubazioni, ogni 2 curve, ogni 15 metri nei tratti rettilinei e all' ingresso di ogni locale alimentato, in corrispondenza di ogni corpo illuminante, in corrispondenza di ogni pompa ecc.

Nel caso di impianti vista le cassette saranno fissate esclusivamente alle strutture murarie tramite tasselli ad espansione.

Nel caso di impianti incassati le cassette saranno montate a filo del rivestimento esterno e saranno munite di coperchio a perdere, i coperchi definitivi saranno montati ad ultimazione degli interventi murari di rifinitura.

Tutte le scatole saranno contrassegnate sul coperchio in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

Tutte le giunzioni e le derivazioni dovranno essere realizzate esclusivamente tramite l'impiego di scatole o cassette di derivazione/transito. impiegando opportuni morsetti e morsettiere.

Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurvi corpi estranei e risulti agevole la dispersione

di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

Non è ammesso far transitare nella stessa cassetta conduttori appartenenti ad impianti o servizi diversi.

Le tubazioni devono essere posate a filo delle cassette con la cura di non lasciare gli spigoli onde evitare il danneggiamento delle guaine dei conduttori nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio.

Nel caso di impianto a vista, i raccordi con le tubazioni devono essere esclusivamente eseguiti tramite imbocchi pressatubo filettati in pressofusione o plastici.

I conduttori potranno anche transitare nelle cassette di derivazione senza essere interrotti, ma se vengono interrotti essi dovranno essere collegati a morsetti.

I morsetti saranno di tipo a mantello con base in materiale isolante non igroscopico di analoghe caratteristiche e saranno adeguati alla sezione dei conduttori derivati. I conduttori dovranno essere disposti ordinatamente nelle cassette ed inoltre la loro identificazione dovrà essere facilitata dall'utilizzo di apposite targhette.

In via del tutto generale si prevede l'impiego dei seguenti tipi di scatole a cassette di derivazione:

Le cassette di derivazione avranno dimensioni che ne consentano una chiusura adeguata, con uno spazio di scorta all'interno della stessa pari ad almeno il 50%.

Le cassette di derivazione per esterno dovranno avere un grado di protezione non inferiore a IP55 per installazioni all'esterno ed IP40 per installazione all'interno dei locali.

Sul corpo delle cassette metalliche e dei coperchi metallici, dovrà essere presente un morsetto a vite per la connessione di terra.

In via del tutto generale si prevede l'impiego dei seguenti tipi di scatole a cassette di derivazione:

- cassette di derivazione adatte al montaggio incassato nelle pareti, di forma quadrata o rettangolare in materiale plastico antiurto, a uno o più scomparti

completi di separatori, coperchio a perdere per montaggio provvisorio, coperchio definitivo in materiale plastico infrangibile fissato a viti, guide DIN sul fondo per montaggio dei morsetti;

- cassette di derivazione in materiale plastico isolante, tipo adatto ad essere applicati a vista sulle strutture o sulle pareti, complete di imbocchi per tubi accostati o filettati;
- Coperchi opachi in materiale isolante infrangibile o coperchi trasparenti in policarbonato con fissaggio a viti; eventuale guarnizione in neoprene fra corpo cassetta e coperchio.
- cassette di derivazione in alluminio pressofuso, tipo adatto ad essere applicati a vista sulle strutture o sulle pareti, complete di imbocchi per tubi accostati o filettati, se si utilizzano con tubi in acciaio zincato TAZ.
- Scatole da incasso per apparecchiature modulari serie civile in materiale termoplastico resistente agli urti. Con Finestre ampie e sfondabili con semplice pressione. Possibilità di ottenere scomparti separati utilizzando l'apposito separatore.

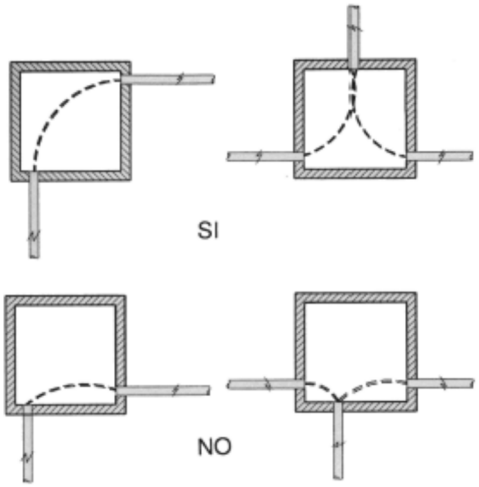
11.10 POZZETTI

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive in conformità con le Norme UNI EN 124, nonché l'ubicazione, indicate dalla Committenza.

Lungo la tubazione devono essere predisposti pozzetti di ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei centri luminosi, dei cambi di direzione, ecc. in modo da facilitarne la posa, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per riparazioni, o ampliamenti. I pozzetti devono avere dimensioni tali da permettere l'infilaggio dei cavi rispettando il raggio minimo di curvatura ammesso. I chiusini dei pozzetti devono essere di tipo carrabile preferibilmente in ghisa sferoidale quando sono ubicati su strada o su passi carrai.

Durante l'infilaggio, la forza di tiro deve essere esercitata sui conduttori e non sull'isolante del cavo; inoltre, per evitare di danneggiare il cavo, è opportuno che non superi 60 N/mm2 (con riferimento alla sezione totale dei conduttori in rame, 10

N = 1 kg). Come da figura sotto, si dovranno installare le tubazioni in maniera tale da evitare di creare curve tali da poter danneggiare i conduttori.



11.10.1 POZZETTI IN CLS

Per i pozzetti in CLS, saranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di uno spessore di 10cm di materiale drenante sotto la platea di calcestruzzo
- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

È consentito in alternativa e compensata con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Committenza e con la DL.

È previsto in alternativa l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un chiusino rimovibile.

Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Dunque i pozzetti di sfilaggio per tubazioni interrate e per i dispersori potranno essere del tipo prefabbricato o costruiti direttamente in opera; le dimensioni non dovranno essere in genere inferiori a 500x500x600 mm.

I pozzetti dovranno essere forniti completi di chiusino carrabile in ghisa sferoidale, con classe minima 250: carico di rottura KN250.

11.10.2 POZZETTI IN VETRORESINA

Per i pozzetti in Vetroresina, saranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di uno spessore di 10cm di materiale drenante sotto la platea di calcestruzzo
- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.
- pretranciature per ingresso di cavidotti e fondi sfondabili utili anche in caso di necessità di sovrapposizione

Le dimensioni non dovranno essere in genere inferiori a 400x400x400 mm.

I pozzetti dovranno essere forniti completi di chiusino carrabile in vetroresina, con classe minima 250: carico di rottura KN250.

11.10.3 POZZETTI DI TERRA

I Pozzetti utilizzati per l'impianto di terra, avranno le stesse caratteristiche di cui sopra, ma quando al loro interno saranno installati i dispersori verticali, saranno del tipo "senza fondo". Quando i pozzetti, vengono utilizzati per l'impianti di messa a terra, ovvero quanto al loro interno sono presenti conduttori di terra orizzontali o

verticali, i chiusini die pozzetti saranno contraddistinti dall'apposito simbolo di "messa a terra".

11.10.4 GIUNZIONI

Di norma le giunzioni nei pozzetti dovranno essere evitate. Nel caso in cui siano necessarie, ed approvate dalla DL, dovranno essere realizzate utilizzando muffole in resina colata in grado di garantire un grado di protezione IP67.

In casi particolari, su indicazione della DL e/o del Committente, potranno essere realizzate mediante connettori a compressione crimpati, prevedendo il ripristino dell'isolamento iniziale mediante nastro autoagglomerante e successiva finitura mediante nastro isolante. Nel caso di derivazioni, la giunzione dovrà essere realizzata a "T" e non in linea per garantire l'idoneo grado di protezione della giunzione stessa. Giunzioni interrate per cavi di segnale sono sempre vietate.

12 ALIMENTAZIONI

12.1 ALIMENTAZIONI DA ESTERNO IP4X/55

Le alimentazioni da esterno IP4X/55 dovranno essere realizzate utilizzando accessori aventi grado di protezione minimo IP4X/55 e potranno essere realizzate in due modi differenti ma equivalenti:

- L'alimentazione potrà essere effettuata tramite l'utilizzo di un cavo F16(O)R16 / FG16(O)M16 / FTG18(O)M18 / H07RN8-F, derivato dalla linea all'interno di scatola di derivazione tramite l'utilizzo di un raccordo scatola/cavo; l'ingresso all'interno dell'apparecchiatura da alimentare dovrà essere realizzato attraverso l'utilizzo di un raccordo scatola/cavo.
- L'alimentazione potrà essere effettuata tramite l'utilizzo di cavo FS17 / FG17, entro guaina da esterno flessibile, derivate dalla all'interno della scatola di derivazione tramite l'utilizzo di un raccordo scatola guaina; l'ingresso all'apparecchiatura da alimentare dovrà essere realizzato attraverso l'utilizzo di un raccordo scatola/guaina.

12.2 ALIMENTAZIONI SU PARTI COMBUSTIBILI

I componenti elettrici da installare su parti combustibili per l'alimentazione di apparecchiature, dovranno avere caratteristiche pari a quelle previste per gli apparecchi con marchio "F" e, comunque, come previsto dall'art. 2, par. 04, sez. 751, parte 7 delle Norme CEI 64-8, un grado di protezione almeno IP4X. Le alimentazioni realizzate su parti facilmente combustibili dovranno essere realizzate attraverso l'installazione di cassetta di derivazione metallica connessa a terra, cavo ad isolamento minerale od in alternativa tubazione metallica o in rame con cavi tipo FS17 / FG17, fino alla esatta posizione del punto d'ingresso dell'apparecchio od in alternativa attestazione del cavo o della tubazione metallica in una cassetta di derivazione metallica (sui coperchi di dette scatole potranno essere installati corpi illuminanti o apparecchi con caratteristiche normali).

13 IMPIANTO DI TERRA

13.1 GENERALITA'

La rete generale di terra e i conduttori di protezione devono essere eseguiti in conformità con le norme CEI applicabili in vigore e con particolare riferimento alla norma CEI 64-8.

Devono anche essere considerate ed applicate tutte le normative inerenti i componenti ed i materiali utilizzati nonché le regolamentazioni e le norme previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni.

13.2 COLLETTORE PRINCIPALE DI TERRA

All'interno del quadro elettrico generale di distribuzione, dovrà essere realizzato il collettore di terra che raccoglie, oltre al conduttore di terra principale, tutti i conduttori di protezione delle linee in partenza dal quadro stesso; esso dovrà essere realizzato mediante l'impiego di una barra di rame pre-forata dimensionata in funzione della corrente di guasto che la può percorrere.

13.3 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI PRINCIPALI

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2. Non è richiesto, tuttavia, che la sezione superi 25 mm^2, se il conduttore equipotenziale è di rame, o una sezione di conduttanza equivalente, se il conduttore è di materiale diverso.

Il conduttore di protezione, il conduttore di terra, il collettore principale di terra e le seguenti masse estranee devono essere connessi al collegamento equipotenziale principale:

- tubi di alimentanti servizi dell'edificio, per es. acqua e gas;
- le parti strutturali metalliche dell'edificio e canalizzazioni entranti;
- le armature principali del cemento armato utilizzate nella costruzione degli edifici.

13.4COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI SUPPLEMENTARI

Un conduttore equipotenziale supplementare che colleghi due masse deve avere una sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse.

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa estranea deve avere una sezione non inferiore alla metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione.

Quanto indicato dalla norma CEI 64-8 (parte 543.1.3) deve essere in ogni caso soddisfatto.

In caso si dovrà soddisfare la seguente condizione la quale prevede che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso:

- inferiore a 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica.
- Inferiore a 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Il collegamento equipotenziale supplementare può essere assicurato anche da masse estranee, di natura permanente, quali carpenterie metalliche, oppure da una loro combinazione con conduttori equipotenziali supplementari.

13.5COLLEGAMENTI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Qualora le apparecchiature fossero predisposte per il collegamento di un conduttore di protezione (morsetto, vite, bullone, ecc...) il conduttore dovrà essere di colore giallo/verde e dovrà avere sezione pari a quella del conduttore di fase (salvo eccezioni).

13.6CONTROLLO IMPIANTO DI TERRA

Durante le fasi di lavoro, la ditta dovrà controllare che tutti i conduttori di protezioni e tutte le eventuali masse estranee siano correttamente collegate all'impianto disperdente.

14 QUADRI ELETTRICI MT

14.1 SCOPO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti minimi per la fornitura di quadri elettrici di media e alta tensione (superiore a 1000 V e fino a 72,5kV c.a.), inclusi i condotti sbarre ove esistenti.

Per quanto non espressamente indicato si rimanda alle Normative e Pubblicazioni vigenti ed alla documentazione tecnica di progetto.

14.2 AMBIENTE OPERATIVO

Le apparecchiature prefabbricate con involucro metallico in media e alta tensione saranno progettate e costruite per le condizioni ambientali del luogo d'installazione e compatibilmente con le condizioni di servizio previste dalle Normative di riferimento.

Le apparecchiature nel loro insieme ed i singoli componenti non risentiranno di vibrazioni di tipo armonico e urti violenti che possono manifestarsi durante il servizio ordinario.

14.3 REQUISITI & CARATTERISTICHE FUNZIONALI

14.3.1 DIMENSIONAMENTO ELETTRICO

Le apparecchiature nel loro insieme ed i singoli componenti, saranno dimensionati in conformità alle relative Norme, ed assumendo che:

- le condizioni normali di servizio siano quelle previste nelle Normative di riferimento o altrimenti precisate negli elaborati progettuali;
- le apparecchiature installate e le sbarre principali siano rispondenti alle caratteristiche nominali previste negli elaborati progettuali, per le condizioni di carico normale, considerando gli eventuali carichi futuri;
- le sbarre derivate siano dimensionate per la corrente nominale dell'apparecchiatura di manovra relativa.

Quando esplicitamente indicato negli elaborati progettuali, le apparecchiature con involucro metallico saranno dimensionate con caratteristiche nominali dipendenti sia dalle condizioni di carico normale che di guasto per arco interno, in accordo ai requisiti previsti dalle Norme.

14.3.2 AMPLIABILITA'

Le apparecchiature prefabbricate con involucro metallico saranno predisposte per permettere l'ampliamento su entrambi i lati.

Anche le sbarre saranno forate e predisposte per futuri ampliamenti.

Scomparti disponibili saranno previsti quando specificatamente richiesti, oppure a completamento della composizione dell'apparecchiatura.

L' equipaggiamento o meno di tali disponibilità come unità funzionali, sarà precisato dalla Committente sugli elaborati progettuali.

14.3.3 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

14.3.3.1 PRESCRIZIONI GENERALI SUI MATERIALI

I materiali avranno caratteristiche adatte al luogo d'installazione, alle condizioni di servizio e di trasporto.

Sarà massimizzato l'uso di materiali di serie e normalizzati, reperibili sul mercato.

Le cassette, gli oblò e le eventuali altre parti di plastica facenti parte dell'involucro esterno, avranno resistenza agli urti meccanici (resilienza) non inferiori a 7 J di energia d'urto.

14.3.3.2 STRUTTURA ED INVOLUCRO

Le apparecchiature con involucro metallico saranno costruite con grado di protezione in accordo alle

prescrizioni previste dalle norme.

Se non diversamente indicato sugli elaborati progettuali, saranno garantiti i seguenti gradi minimi di protezione:

- IP 2XC: aperture di aerazione
- IP 3X: superfici esterne orizzontali e verticali
- IP 2X: diaframmi e otturatori.

L'esecuzione dell'involucro metallico sarà conforme a quanto previsto dalla Norma CEI EN 62271-200.

Tali prescrizioni dovranno riguardare:

- accessibilità degli scomparti,
- perdita della continuità di servizio in caso di apertura degli scomparti accessibili,
- natura delle barriere tra parti vive e scomparti accessibili aperti,
- pericolo meccanico, elettrico e d'incendio in caso di arco interno durante il normale funzionamento.

I quadri elettrici di media e alta tensione dovranno essere progettati e costruiti in accordo alla categoria 2 della perdita di continuità di servizio (LSC2), se non diversamente specificato.

La struttura portante sarà adatta al fissaggio a pavimento.

L'ingresso dei cavi nel quadro potrà avvenire dal basso salvo diversa indicazione negli elaborati progettuali, e

sarà realizzato con piastre asportabili non forate.

Le piastre predisposte per l'ingresso dei cavi unipolari (es. per le alimentazioni), saranno di materiale amagnetico.

14.3.3.3 DIAFRAMMI ED OTTURATORI

I quadri saranno costruiti con suddivisioni interne mediante barriere o diaframmi.

Saranno previsti otturatori di sicurezza in accordo al suddetto Documento, in modo da evitare contatti accidentali con parti in tensione, quando le parti asportabili vengono rimosse dalla posizione di servizio; gli otturatori saranno comandati automaticamente durante l'estrazione delle suddette parti.

Gli otturatori avranno contrassegni di pericolo ottenuti con colorazione, oppure con simboli o scritte, in accordo alle Norme di riferimento.

14.3.3.4 SISTEMI DI SBARRE

Il sistema di sbarre, comprese quelle derivate, sarà adatto a sopportare le sollecitazioni elettriche e meccaniche dovute alle correnti di corto circuito, per un tempo come definito nelle Nome di riferimento.

Le sbarre saranno installate tenendo conto delle dilatazioni e delle eventuali vibrazioni previste.

Se non diversamente indicato, le sbarre saranno in rame elettrolitico, sbarre di materiale diverso potranno essere prese in considerazione solo se oltre ad assicurare le prestazioni richieste, saranno accompagnate da una documentazione tecnica dettagliata per quanto riguarda calcoli termici ed elettrodinamici.

Le sbarre saranno isolate, se richiesto negli elaborati progettuali o se previsto come tipico dal Fornitore.

Il tipo di materiale di isolamento e protezione ed il suo spessore saranno definiti dal Fornitore in relazione alle condizioni di servizio indicate negli elaborati progettuali.

Le guaine e le resine saranno di tipo non propagante la fiamma e resistenti alle scariche superficiali.

Le giunzioni e le connessioni delle sbarre saranno protette contro l'ossidazione.

I bulloni e i morsetti saranno provvisti di sistemi anti-allentanti.

Le connessioni tra le sbarre e gli apparecchi relativi ad un singolo circuito saranno dimensionate per la massima corrente termica regolabile sull'apparecchio stesso.

I supporti delle sbarre potranno essere costituiti da isolatori o da supporti isolanti stampati o stratificati; saranno di materiali non igroscopici, non combustibili e realizzati in modo da evitare archi interni e scariche superficiali in caso di deposito di polvere o formazione di condensa.

Le sbarre e i conduttori isolati di potenza saranno contrassegnati come previsto nelle Norme di riferimento.

Una sbarra collettrice di terra coprirà tutta la lunghezza dell'apparecchiatura e sarà predisposta per i bulloni di connessione alle due estremità, ed ovunque sia prevista una connessione.

14.3.3.5 COLLEGAMENTO A TERRA

Il collegamento a terra del circuito principale e dell'involucro sarà realizzato in accordo alle CEI EN 62271-1 e CEI EN 62271-200.

Inoltre dovrà essere possibile il collegamento a terra di ogni sezione di sbarra per motivi di manutenzione.

14.3.3.6 CIRCUITO PRINCIPALE

Le apparecchiature di potenza avranno caratteristiche elettriche e costruttive come definito negli elaborati progettuali e in accordo alle Normative di riferimento.

Tutte le apparecchiature saranno comunque in accordo alle prescrizioni comuni secondo la CEI EN 62271-1.

Se non diversamente indicato nelle Normative di riferimento, saranno previsti i seguenti requisiti aggiuntivi per tipologia d'isolamento

Apparecchiature in SF6:

- dispositivo per il controllo della pressione del gas
- contatti di allarme e blocco per bassa pressione.

Apparecchiature sottovuoto:

- indicatore dello stato di usura dei contatti, visibile anche in servizio.

INTERRUTTORI AUTOMATICI

Se non altrimenti precisato negli elaborati progettuali, saranno previsti i seguenti requisiti comuni ai vari tipi di interruttori:

- esecuzione estraibile
- sistema antirichiusura
- contatti ausiliari 4NA+4NC
- contamanovre

- indicatore meccanico della posizione dell'interruttore
- indicatore meccanico di chiusura ed apertura dell'interruttore
- apertura e chiusura manuale meccanica con l'ausilio di molle precaricate
- apertura e chiusura con comando elettrico.

CONTATTORI

- Saranno previsti in esecuzione estraibile e con le caratteristiche precisate negli elaborati progettuali.

FUSIBILI

L'uso dei fusibili nei circuiti principali dovrà essere limitato ai seguenti casi:

- avviatori di motori con potenza nominale inferiore a 600 kW (400 kW nel caso di motori collegati ad un compressore)
- alimentazioni con trasformatori di potenza nominale inferiore a 400 kVA

I fusibili previsti per i circuiti principali saranno conformi alle seguenti Normative:

- CEI 32-11: per gli avviatori partenze motori
- CEI 32-3: per gli altri circuiti.

Saranno previsti fusibili di tipo a limitazione di corrente, coordinati con il relativo contattore e gli altri dispositivi di protezione; essi avranno caratteristiche come suggerito dal costruttore dei contattori e approvato dalla Committente.

Sarà impiegato un fusibile per ogni fase; comunque, se saranno necessari due fusibili per fase, l'accoppiamento sarà realizzato in fabbrica dal costruttore dei medesimi.

I fusibili saranno provvisti di percussore, in modo da provocare l'apertura del contattore anche per fusione di uno solo di essi.

INTERRUTTORI DI MANOVRA E INTERRUTTORI DI MANOVRA-SEZIONATORI

Quando previsti, gli interruttori di manovra e gli interruttori di manovra sezionatori, saranno conformi alle rispettive pubblicazioni:

- CEI EN 62271-103: per tensioni nominali superiori a 1 kV ed inferiori a 52 kV
- CEI EN 62271-104: per tensioni nominali uguali o superiori a 52 kV.

SEZIONATORI DI TERRA

Sarà previsto un sistema di messa a terra secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.

La messa a terra sarà ottenuta per mezzo di un apposito sezionatore meccanicamente interbloccato con l'interruttore, il contattore o il sezionatore di linea, per impedire errate manovre di messa a terra quando l'interruttore o il contattore si trovano in posizione di servizio o quando il sezionatore di linea è chiuso.

I sezionatori di terra saranno realizzati in accordo a quanto prescritto dalla CEI EN 62271-102 e CEI EN 62271-200.

Essi saranno a manovra manuale, interbloccati con gli apparecchi del circuito principale, ed avranno un dispositivo di blocco a chiave per i lavori di manutenzione.

Se non diversamente specificato negli elaborati progettuali, i sezionatori di terra saranno capaci di sopportare, per almeno 1 secondo, la corrente di corto circuito prevista per le sbarre principali del quadro e saranno inoltre in grado di chiudere sotto carico con la corrente sopra indicata.

TRASFORMATORI DI TENSIONE (TV)

I trasformatori di tensione saranno di tipo estraibile, saranno conformi alla Norma CEI EN 61869-3 ed avranno una tensione nominale d'isolamento uguale a quella del quadro.

In posizione estratta essi saranno automaticamente messi a terra; le parti conduttrici in tensione saranno inaccessibili agli operatori o interbloccate in modo che l'accesso ad esse sia impossibile.

TRASFORMATORI DI CORRENTE (TA)

I trasformatori di corrente saranno conformi alla Norma CEI EN 61869-2 e saranno in grado di resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche relative alla corrente di corto circuito dell’apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico.

Quando la prestazione nominale è molto superiore al carico effettivo, saranno previsti carichi zavorra (es. resistori).

I trasformatori di corrente per circuiti di protezione avranno la caratteristica della corrente di magnetizzazione adatta alla caratteristica di funzionamento dei relè alimentati.

AVVIATORI PER PARTENZE MOTORI

Le unità funzionali per la marcia, l'arresto e la protezione dei motori saranno realizzate in esecuzione estraibile; le soluzioni previste sono riconducibili ai seguenti coordinamenti:

- CONTATTORE CON FUSIBILI E RELÈ DI PROTEZIONE INDIRETTI
  Questo tipo di avviatore dovrà essere utilizzato nel caso di motori con potenza nominale inferiore a 600 kW (400 kW nel caso di motori collegati ad un compressore). Tali avviatori saranno realizzati in accordo alla Normativa CEI EN 62271-106, con categoria di impiego AC-3 per servizio continuo ed intermittente. La protezione contro i cortocircuiti sarà realizzata con fusibili coordinati con gli avviatori, in modo da prevedere per questi ultimi un coordinamento "Type C" secondo CEI EN 62271-106. I fusibili risponderanno alle prescrizioni della Normativa EN 60644.

- INTERRUTTORE AUTOMATICO E RELÈ DI PROTEZIONE INDIRETTI
  Gli interruttori automatici previsti per le partenze motori saranno conformi alla Norma CEI EN 62271-100 e ai requisiti indicati nel precedente punto "Interruttori automatici".
  Se non diversamente precisato, per tutte le partenze motori e dove richiesto, sarà previsto il comando locale e da quadro, con la possibilità di segnalazioni, blocchi e consensi a distanza.

PARTI ESTRAIBILI

In accordo a quanto definito dalla Norma CEI EN 62271-200, gli interruttori ed i contattori estraibili saranno in grado di assumere le seguenti posizioni:

- in servizio: connessioni di potenza e ausiliare inserite;
- in prova: connessioni di potenza sezionate, connessioni ausiliarie inserite;
- sezionato: connessioni di potenza e ausiliarie sezionate.

Gli scomparti con apparecchiatura estraibile saranno realizzate in modo da permettere l'intercambiabilità delle apparecchiature aventi stesse caratteristiche e stessa grandezza.

INTERBLOCCHI

Saranno previsti interblocchi tra le apparecchiature, in accordo a quanto disposto dalla Norma CEI EN 62271-200. Ulteriori interblocchi potranno essere previsti e indicati negli elaborati progettuali.

Saranno inoltre previsti interblocchi che permettano l'accesso alle parti normalmente in tensione solo a circuiti sezionati e messi a terra.

Il sistema di estraibilità sarà provvisto di interblocchi che consentano la inserzione o disinserzione solo ad interruttore o contattore aperto e che ne permettano la chiusura se la parte estraibile è in posizione di servizio o di prova.

Saranno previsti finecorsa e blocchi meccanici a sgancio manuale per impedire che la parte estraibile possa inavvertitamente essere estratta oltre la posizione di sezionamento.

La posizione di estratto potrà essere ottenuta solo sganciando i blocchi suddetti.

14.3.3.7 CIRCUITI AUSILIARI

Tutte le apparecchiature ausiliarie in bassa tensione saranno conformi alla CEI EN 62271-1 ed alla CEI 17-45, adatte per servizio continuo e con le seguenti categorie di impiego:

- in c.a.: AC-14 o AC-15
- in c.c.: DC-13 o DC-14

I collegamenti ausiliari tra scomparti saranno realizzati con canalette per facilitare l'inserzione o la rimozione in condizioni di sicurezza di singoli conduttori.

Tutti i conduttori ausiliari inclusi in compartimenti ad alta tensione, saranno protetti da schermi metallici.

Quando i collegamenti devono essere rimossi per motivi di spedizione saranno collegati a morsettiere terminali.

Le terminazioni dei conduttori saranno realizzate con capicorda a compressione ed identificate in accordo alla Normativa CEI EN 60445.

Le apparecchiature ausiliarie avranno una tensione nominale di isolamento uguale a quella del sistema elettrico in cui sono inserite.

Se non diversamente indicato negli elaborati progettuali, saranno garantite le seguenti caratteristiche minime:

- correnti nominali di impiego (Ie): 5 A a 230 V c.a.: 1 A a 110 V c.c.
- servizio a carico di riferimento: 120 cicli / ora (per relè)
- classe di durata meccanica: 1 (in milioni di cicli di manovra)

INTERRUTTORI AUTOMATICI

Gli interruttori automatici saranno conformi alla Normativa CEI EN 60947-2.

Salvo diverse indicazioni negli elaborati progettuali, saranno previsti interruttori automatici per ogni circuito ausiliario alimentato dall'interno dell'apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico.

INTERRUTTORI DI MANOVRA-SEZIONATORI

Gli interruttori di manovra-sezionatori saranno conformi alla Norma CEI EN 60947-3.

Salvo diverse indicazioni negli elaborati progettuali, saranno previsti singoli interruttori di manovra-sezionatori per i seguenti circuiti:

- ogni circuito ausiliario alimentato da un sistema elettrico esterno all'apparecchiatura;
- sezionamento di ciascuna resistenza anticondensa.

RELÈ DI PROTEZIONE INDIRETTI

I relè di protezione saranno conformi alla Normativa CEI EN 60255 ed alle prescrizioni indicate sugli elaborati progettuali.

TRASDUTTORI

I trasduttori saranno conformi alla Normativa CEI EN 60688 ed avranno caratteristiche come indicate negli elaborati progettuali.

RELÈ AUSILIARI

Saranno conformi alla Normativa CEI EN 61810 ed a quanto prescritto negli elaborati progettuali.

Dovranno essere previsti con contatti ausiliari necessari alla realizzazione degli schemi prescritti, e con 1NA + 1NC contatti liberi aggiuntivi. I relè di blocco (86) saranno per servizio continuo a riarmo manuale con la posizione di blocco chiaramente indicata.

SELETTORI E PULSANTI

I selettori e i pulsanti, quando previsti, saranno posizionati e colorati in relazione alla loro funzione secondo quanto previsto nella Norma CEI EN 60073.

LAMPADE DI SEGNALAZIONE

Salvo diversamente indicato negli elaborati progettuali, saranno usati i colori in conformità con la Normativa CEI EN 60073.

Le lampade saranno preferibilmente a LEDs. In alternativa possono essere usate lampade ad incandescenza, con in serie una resistenza di caduta, ad esclusione delle segnalazioni dirette sull'alta tensione, che saranno realizzate con partitori capacitivi per ogni fase.

14.3.3.8 STRUMENTI

Tutti gli strumenti avranno Classe di precisione 1,5 o superiore.

Tutti gli strumenti da montare sul fronte dell'apparecchiatura saranno da incasso con attacchi posteriori; avranno custodia preferibilmente quadrata o rettangolare e con possibilità di applicazione di sigilli ove necessario.

In generale gli amperometri e voltmetri avranno una deviazione, al valore nominale, di circa il 75% del valore di fondo scala.

Gli amperometri dei motori avranno scala ristretta sul fondo e saranno adatti per la corrente di spunto del motore.

Gli strumenti a zero soppresso avranno la scala duplicata attorno al valore nominale.

Se non diversamente precisato negli elaborati progettuali, saranno previsti n. 2 amperometri per ogni partenza motore:

- N. 1 in campo
- N. 1 sull'apparecchiatura prefabbricata

Se non diversamente specificato, gli strumenti registratori saranno del tipo elettronico con memoria.

14.3.3.9 CONDUTTORI PER CABLAGGI AUSILIARI

I conduttori, ad eccezione di quelli delle logiche elettroniche di controllo, dovranno avere i seguenti requisiti principali:

CARATTERISTICHE TECNICHE:

DATI	CARATTERISTCIHE
H07Z1-K Type 2 450/750 V	BASSA TENSIONE, ENERGIA, CABLAGGIO
Tensione nominale Uo/U	450/750V
Conduttore	rame rosso, formazione flessibile, classe 5
Isolamento	Composto a bassa emissione di gas tossici e corrosivi

Per maggiori dettagli si veda il capitolo "CAVI ELETTRICI & SPECIALI"

La sezione dei conduttori impiegati per le connessioni sarà dimensionata in accordo ai valori minimi e massimi prescritti dalle Norme di riferimento, ed alle seguenti sezioni minime ammesse:

- 2,5 mm2 : circuiti di potenza ed amperometrici
- 1 mm2 : connessioni ausiliarie all'interno degli apparecchi
- ≤ 1 mm2 : interconnessioni delle logiche elettroniche di controllo
- 1,5 mm2 : altri conduttori

Il dimensionamento dei conduttori di protezione sarà effettuato secondo i sistemi prescritti dalla CEI EN 62271-200

14.3.3.10 MORSETTI DI CONNESSIONE

I morsetti di connessione, sia principali che ausiliari, saranno adatti per il tipo ed il materiale dei conduttori previsti e in accordo alla Normativa CEI EN 60947-7-1

I morsetti non facenti parte delle singole apparecchiature, saranno di tipo ad elementi componibili montati su profilati normalizzati e raggruppati in morsettiere identificate con un codice riportato su una apposita targhetta.

I morsetti aventi la stessa funzione saranno tra loro vicini e connessi con piastrine o metodo analogo, evitando quanto più possibile l'uso di ponticelli a filo.

L'isolante dei morsetti sarà in melanina od altra plastica ad alta densità.

Saranno previsti morsetti di riserva nelle morsettiere per le connessioni esterne, nella quantità di almeno il 20%.

I morsetti dei circuiti amperometrici tra i TA, i dispositivi di protezione e controllo, e tutti i morsetti amperometrici delle morsettiere per le connessioni esterne, saranno di tipo cortocircuitabile, sezionabile e con presa a spina per i puntali di strumenti portatili.

I secondari dei TA non utilizzati e le eventuali prese di rapporto addizionali saranno connessi alla morsettiera di uscita.

I morsetti amperometrici non utilizzati saranno chiusi in cortocircuito.

I morsetti dei circuiti voltmetrici tra i TV, i dispositivi di protezione e controllo, e tutti i morsetti delle morsettiere per le connessioni esterne, saranno di tipo sezionabile.

Tutti i morsetti relativi ai circuiti di comando e segnalazione saranno singolarmente numerati con numeri progressivi; i morsetti per le voltmetriche e le amperometriche saranno contrassegnati come previsto dalle Normative di riferimento.

Le morsettiere ausiliarie saranno posizionate in relazione con l'ingresso previsto per le connessioni esterne.

14.3.3.11 RICHIESTE AGGIUNTIVE PER QUADRI ELETTRICI DI MEDIA E ALTA TENSIONE AVENTI COMPARTIMENTI CON GAS IN PRESSIONE

I quadri composti di compartimenti con gas in pressione dovranno essere previste per tensione nominale (Ur) maggiore od uguale a 36 kV, se richiesto negli elaborati progettuali.

Progetto e collaudi dovranno essere in accordo a CEI EN 62271-200.

La pressione di progetto del gas (valore relativo) sarà inferiore a 300 kPa.

La pressione del gas all'interno dei compartimenti sarà assicurata da un sistema a pressione sigillato.

L'utilizzo di sistemi a pressione chiusi sarà soggetto all'approvazione della Committente.

Sistemi a pressione controllati non sono accettati.

Compartimenti con gas in pressione con sistema a pressione chiuso sarà previsto con indicatore di pressione e contatti di allarme a distanza, che segnalino l'abbassamento della pressione relativa del gas a 20°C al di sotto del livello minimo di funzionamento.

I sistemi di sbarre saranno allocati in compartimenti con gas in pressione separati.

14.3.3.12 TARGHE

Oltre alle targhe di tipo antinfortunistico definite dal Fornitore ed in accordo con quanto prescritto delle norme, saranno previste le seguenti targhe in lastre di materiale plastico fissate con viti e con le scritte incise:

Dati generali

Riportante i dati identificativi del Fornitore e gli altri dati prescritti dalla Norma CEI EN 60271-200.

Sigla del quadro

Esterna ed ubicata sul fronte.

Sigla del circuito o utenza

Esterna ed ubicata sul fronte di ogni circuito o utenza.

Sigla dell'apparecchiatura

Interna o in vista, per ogni apparecchiatura principale ed ausiliaria.

Sequenze di manovra

Esterna in prossimità degli organi di manovra (interruttori e sezionatori)

Le sigle relative saranno rilevabili dagli elaborati progettuali.

14.3.3.13 RESISTENZA ANTICONDENSA

In accordo alle misure previste per la prevenzione di condensazione pericolosa all'interno dell'involucro, saranno previste resistenze anticondensa controllate da termostato o autoregolanti.

14.3.3.14 ACCESSORI DI MONTAGGIO

Per ogni quadro saranno forniti almeno i seguenti accessori:

- golfari di sollevamento o dispositivi analoghi;
- profilati di appoggio ed accessori per il fissaggio del quadro;
- materiali necessari per l'assiemaggio meccanico ed elettrico del quadro;
- altri accessori eventualmente indicati dal Fornitore o richiesti negli elaborati progettuali.

14.3.3.15 ACCESSORI DI MONTAGGIO

Per ogni quadro, sarà fornita una serie di chiavi ed attrezzi speciali in quantità e tipo tali da consentire la completa installazione e manutenzione del quadro.

Nei quadri con parti asportabili di massa unitaria superiore a 30 Kg (informazione che dovrà preventivamente comunicare il Fornitore al committente), saranno forniti carrelli elevatori per permettere l'agevole rimozione di dette parti, nelle quantità concordate tra il Fornitore ed il Committente preventivamente.

14.3.3.16 PARTI DI RICAMBIO (PER PRE-COMMISIONG; COMMISSIONING & MESSA IN ESERCIZIO)

Per ciascun quadro sarà fornito il materiale di ricambio sotto indicato.

Il Fornitore potrà suggerire altri materiali da prevedere, in base alla sua esperienza ed ai tipi utilizzati.

POS	DESCRIZIONE DEL COMPONENTE	QUANTITA'
1	Fusibili dei diversi tipi e correnti nominali in proporzione alle quantità installate	10% (Nota 2)
2	Lampade di segnalazione (inclusi i partitori capacitivi)	10% (Nota 2)
3	Portalampade di segnalazione completi di resistenza di caduta e coppetta	5% (Nota 2)
4	Coppette colorate per lampade di segnalazione, dei diversi colori	10% (Nota 2)
5	Morsetti di connessione conduttori, dei diversi tipi e sezioni	5% (Nota 2)
6	Relè ausiliari del tipo e costruttore come quelli installati e con 4 NC+4 NA contatti	Nr. 2
7	Pulsanti di comando, dei due tipi più usati nell'apparecchiatura prefabbricata	Nr. 2
8	Manipolatori di predisposizione dei due tipi più usati nell'apparecchiatura prefabbricata	Nr. 2
9	Vernice a finire	1 kg per ogni tipo e colore
10	Lubrificante per contatti, limitatamente ai quadri contenenti interruttori e contattori di potenza	Nr. 2
11	Strumenti di misura dei due tipi più usati nell'apparecchiatura prefabbricata	Nr. 2
12	Moduli I/O dei due tipi più usati nell'apparecchiatura prefabbricata (in caso di utilizzo di Quadri Inteligenti)	Nr. 2

Note:

1) Arrotondare al numero intero superiore se il decimale è maggiore di 5.

2) Quantità in percentuale riferita al numero totale di componenti dello stesso tipo installati nel quadro, con un quantitativo minimo di 2.

14.3.3.17 TRATTAMENTI E VERNICIATURE

La verniciatura e i relativi trattamenti protettivi saranno realizzati in conformità a quanto indicato negli elaborati progettuali. Eventuali trattamenti o verniciature

differenti o non rilevabili sugli elaborati progettuali, potranno essere proposte dal Fornitore per accettazione da parte del Committente.

14.4 LIMITI, ESCLUSIONI & DEVIAZIONI

Eventuali limiti ed esclusioni, verranno indicati negli elaborati progettuali. Eventuali limiti, esclusioni o deviazioni da parte del Fornitore rispetto a quanto richiesto dal Committente tramite elaborati progettuali e sulla presente specifica, dovranno essere prontamente indicati dal Fornitore ed approvati dal Committente.

Il Fornitore inoltre è tenuto ad indicare al Committente eventuali discrepanze rilevate tra la presente specifica ed il progetto ed è quindi tenuto ad agevolare il Committente indicando a suo avviso quale risulta essere la miglior soluzione tecnica adottabile, tuttavia a suo insindacabile giudizio il Committente potrà approvare o non approvare tale soluzione tecnica senza doverne rendere conto in alcun modo al fornitore.

14.5 ERGONOMIA

Se non diversamente indicato negli elaborati progettuali, quadri elettrici di media e alta tensione saranno accessibili alle sole persone autorizzate, conformemente alla "Classe A di accessibilità" prevista dalle CEI EN 62271-200, per la protezione contro i guasti interni.

14.6 SICUREZZA

14.6.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Il Fornitore dovrà garantire che le apparecchiature di alta e media tensione, oggetto di questa Specifica, saranno costruite nel rispetto delle prescrizioni di sicurezza previste dalle Normative di riferimento.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Le parti attive dei circuiti elettrici saranno ubicate e protette in modo tale che persone addestrate ed autorizzate possano effettuare, col quadro in tensione, le seguenti operazioni senza pericolo di contatti diretti:

- ispezione visiva degli apparecchi di manovra;

- regolazione e ripristino di relè e sganciatori, ispezione di dispositivi di segnalazione e strumenti;
- sostituzione di fusibili, lampade, ecc;
- misure di tensione, corrente e localizzazione guasti eseguite con strumenti appositamente previsti ed isolati adeguatamente;
- allacciamento di cavi provenienti dall'esterno;
- rimozione, per manutenzione, dei componenti di ciascun circuito messo fuori tensione.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata tramite la messa a terra degli involucri metallici, e il corretto intervento dei dispositivi di protezione, in accordo ai requisiti prescritti dalle CEI EN 62271-200.

PROTEZIONE CONTRO I GUASTI INTERNI

Onde assicurare una completa protezione per le persone, saranno adottati provvedimenti per evitare il verificarsi di archi elettrici, causati dai guasti all'interno dei quadri.

Tali provvedimenti saranno rispondenti a quanto riportato nelle CEI EN 62271-200.

L'apparecchiatura in oggetto sarà IAC (Internal Arc Classification) classificato AFLR, se non diversamente specificato negli elaborati progettuali. Ciò vuol dire che l'apparecchiatura prototipo ha superato il test in condizioni di arco causato da un guasto interno.

La prova nei confronti dell'arco interno sarà effettuata, quando richiesto nel Foglio Dati di Collaudo.

RESISTENZA AL FUOCO

Le caratteristiche dei materiali saranno tali che quando soggetti al fuoco o riscaldamento, essi non dovranno incendiarsi, bruciare, mantenere la combustione ed emettere vapori infiammabili.

In particolare per le materie plastiche, saranno garantiti i requisiti di autoestinguibilità in accordo ad uno dei seguenti metodi di prova:

- ANSI UL 94, Classe V

- CEI EN 60707, Classe FV

- CEI EN 60695

Il costruttore delle apparecchiature prefabbricate con involucro metallico in alta tensione dovrà pertanto dichiarare il possesso dei certificati di prova di reazione al fuoco rilasciati da un laboratorio ufficialmente riconosciuto.

14.7 RICHIESTE AGGIUNTIVE PER QUADRI ELETTRICI DI MEDIA E ALTA TENSIONE INTELLIGENTI

14.7.1 INTRODUZIONE

Se richiesto negli elaborati progettuali, i quadri elettrici di media e alta tensione potranno essere equipaggiati con dispositivi elettronici intelligenti (IED) aventi funzione di controllo, monitoraggio e protezione. Tali dispositivi dovranno consentire anche il controllo ed il monitoraggio da parte di sistemi di supervisione di livello più elevato, quali DCS e EMS, cui saranno collegati per mezzo di *bus* seriali, in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali. Quando richiesto, saranno installati degli LCU per effettuare la raccolta e la trasmissione dei dati, la loro valutazione ed eseguire i controlli.

Tutti i segnali di sgancio provenienti dai sistemi ESD, F&G e LSS saranno hardwired.

14.7.2 REQUISITI DI BASE

COMPOSIZIONE DEL SISTEMA:

I quadri intelligenti consisteranno, come minimo, di:

- Moduli a microprocessore per controllo e protezione di tutte le alimentazioni (MCPM)
- Interruttori automatici collegati ai rispettivi MCPM
- Moduli I/O per il collegamento di unità senza link di connessione seriali

- LCU per il controllo degli MCPM all'interno dell'apparecchiatura, quando richiesto nel Foglio Dati
- HMI sul fronte quadro per la visualizzazione di stati e allarmi, quando l'LCU è disposto all'interno dell'apparecchiatura.

CONFIGURAZIONI DEL SISTEMA:

Configurazione normale:

Ogni LCU fornirà un distinto collegamento seriale all'impianto DCS e a EMS/LSS.

Tra LCU e MCPM/moduli I/O sarà previsto un collegamento ad anello.

Configurazione ridondante doppia

Quando previsto negli elaborati progettuali, sarà prevista una configurazione ridondante doppia, nel modo seguente:

- comunicazione ridondante doppia al DCS tramite collegamento seriale (bus ridondante doppio e moduli di comunicazione)
- comunicazione ridondante doppia a EMS/LSS tramite collegamento seriale (bus ridondante doppio e moduli di comunicazione), se previsto negli elaborati progettuali
- comunicazione ridondante doppia tra LCU e MCPM (doppio anello)
- configurazione ridondante doppia principale/secondaria (master/slave) per LCU: in caso di guasto di una unità, la seconda (unità di riserva pronta ad intervenire) dovrà prendere il controllo e dovrà inoltre fornire un allarme sia locale che remoto per segnalare l'unità fuori servizio. Saranno previste due distinte sbarre DC per l'alimentazione delle unità di controllo.

14.7.3 REQUISITI FUNZIONALI

REQUISITI FUNZIONALI GENERALI

In caso di guasto del livello più elevato dei supervisori o guasto di comunicazione tra i quadri LV intelligenti, l'LCU dovrà essere in grado di sostenere e mantenere tutte quelle operazioni necessarie ad assicurare la sicurezza dell'impianto e, quando

richiesto, stabilire una configurazione sicura in assenza del livello più elevato del sistema di controllo.

La configurazione di *default,* in caso di perdita del livello più elevato di controllo, sarà indicata negli elaborati progettuali in accordo anche alle indicazioni del Fornitore.

La funzionalità operativa può essere implementata nell'LCU, al fine di ridurre il volume delle comunicazioni con EMS.

REQUISITI DEI DISPOSITIVI

Ogni MCPM avrà funzione di misura, controllo e protezione e costituirà un sistema completo con memoria non volatile di tutti i parametri programmati indicati. Non è consentito l'utilizzo di batterie di sostegno (*backup*).

Tutti i dispositivi di protezione e controllo incorporeranno *routines* di autocontrollo con funzione di supervisione per segnalare errori di sistema e/o guasti direttamente all'LCU.

In accordo a quanto indicato nel Foglio Dati, l'Unità di Controllo Locale (LCU) svolgerà le seguenti funzioni:

- raccolta dati dagli MCPM e moduli I/O
- valutazione ed elaborazione dati
- trasmissione dati al DCS tramite collegamento seriale
- trasmissione dati all'EMS e LSS tramite collegamento seriale
- emissione di ordini agli MCPM e moduli I/O

Ogni LCU dovrà essere predisposta per il collegamento ad almeno una EWS mobile, per programmazione e manutenzione.

La EWS dovrà essere in grado di fissare i parametri e monitorare lo stato operativo di ciascun dispositivo di alimentazione. L'accesso ai parametri sarà protetto per mezzo di *password* o chiave.

HMI consentirà solamente il monitoraggio di allarmi e segnali.

COMUNICAZIONE

Il protocollo di comunicazione tra LCU ed il livello più elevato dei supervisori (comunicazione esterna) dovrà essere principale/secondario *(master/slave),* con tipo di rete indicato negli elaborati progettuali.

Il protocollo di comunicazione tra LCU e gli MCPM e i moduli I/O (comunicazione interna) dovrà essere principale/secondario *(master/slave)* o, quando è richiesta una risposta in tempo reale, sarà

Carrier Sense Multiple Access (CSMA), con tipo di rete indicato negli elaborati progettuali.

PROTEZIONE E MISURE

Ogni MCPM ha funzione di misura, controllo e protezione in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali. Il monitoraggio dello stato operativo di tutti i dispositivi di alimentazione collegati, incluso gli

allarmi, sarà ottenibile tramite collegamento seriale. Quando richiesto negli elaborati progettuali, servizi di

registrazione dell'andamento e degli eventi dovranno essere disponibili a LCU.

TEMPO DI RISPOSTA

Il Costruttore dell'apparecchiatura dovrà indicare i tempi di risposta e di scansione del sistema per il controllo e il monitoraggio.

AFFIDABILITÀ

Il numero totale di guasti dell'apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico dovrà essere inferiore allo 0,5% del suo ciclo di vita. Il "Tempo intermedio tra due guasti" (MTBF) di ciascun modulo e dispositivo di controllo installato non dovrà essere inferiore a 150000 ore.

14.8REQUISITI COSTRUTTIVI

DISPOSITIVI

L'interfaccia tra gli MCPM e i moduli I/O installati all'interno dell'apparecchiatura ed il collegamento di comunicazione ad anello costituirà parte integrante di questi dispositivi.

COLLEGAMENTO DI COMUNICAZIONE AD ANELLO INTERNO

Deve essere realizzato per mezzo di una coppia di rame schermata opportunamente identificata e segregata, insensibile ai disturbi elettromagnetici.

Il collegamento di comunicazione ad anello interno sarà di facile installazione e modificabile durante l'aggiornamento dell'assiemaggio dell'apparecchiatura.

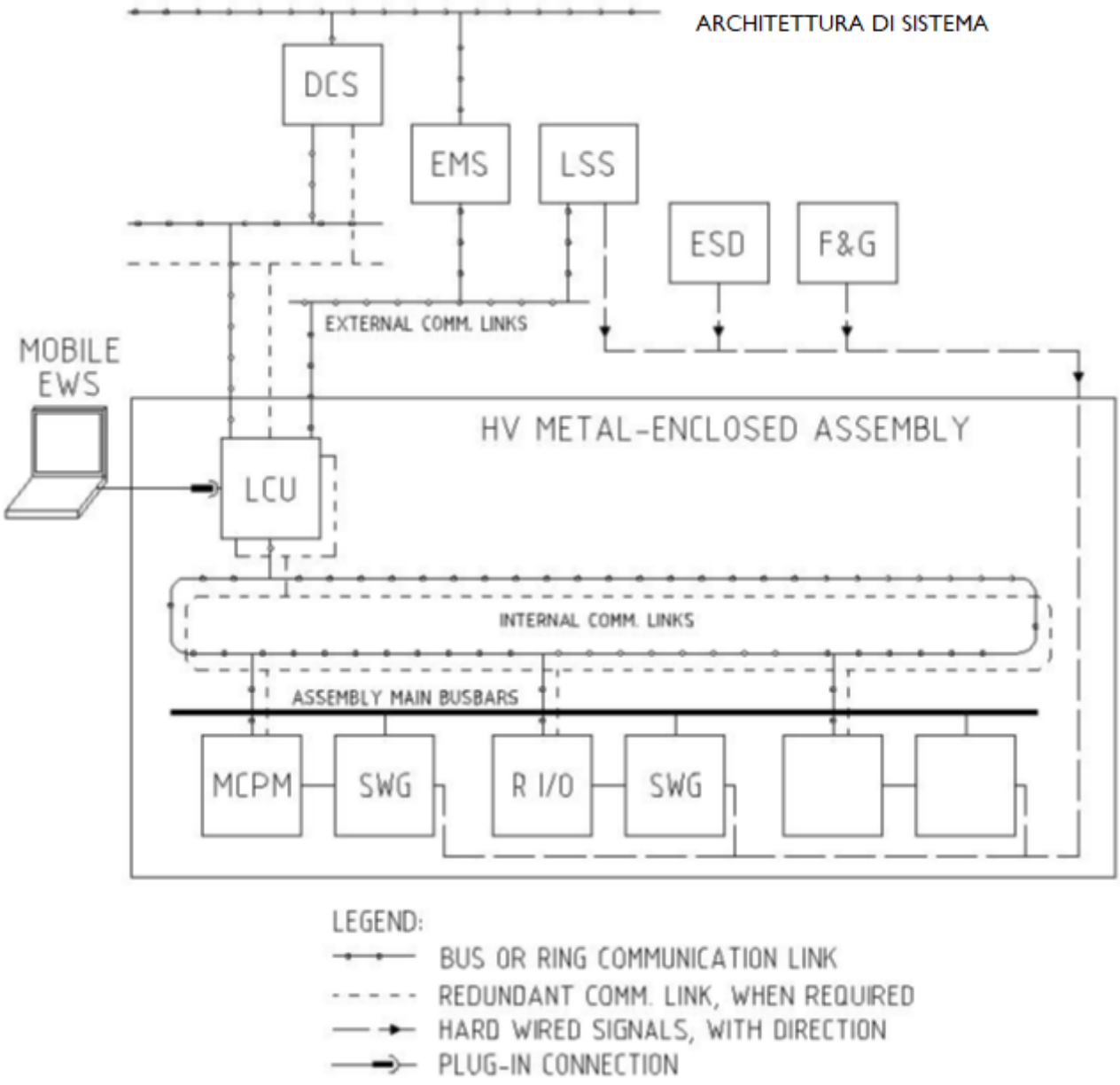
BUS DI COLLEGAMENTO ESTERNO

L'Unità di Controllo Locale (LCU) dovrà essere idonea al collegamento ai supervisori tramite una coppia di rame schermata o per mezzo di cavo a fibre ottiche, in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali.

14.9SOFTWARE

Se non altrimenti specificato, i pacchetti di software necessari alla gestione degli MCPM e dell'LCU, compresa la comunicazione con DCS ed EMS/LSS, dovrà far parte dello scopo del lavoro del costruttore dell'apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico.

Il software dovrà poter permettere una facile configurazione della comunicazione al DCS/EMS e ai carichi ed anche modifiche alle regolazioni (*set points*) delle alimentazioni.


ARCHITETTURA DI SISTEMA
DCS
EMS
LSS
ESD
F&G
EXTERNAL COMM. LINKS
MOBILE EWS
HV METAL-ENCLOSED ASSEMBLY
LCU
INTERNAL COMM. LINKS
ASSEMBLY MAIN BUSBARS
MCPM
SWG
R I/O
SWG
LEGEND:
BUS OR RING COMMUNICATION LINK
REDUNDANT COMM. LINK, WHEN REQUIRED
HARD WIRED SIGNALS, WITH DIRECTION
PLUG-IN CONNECTION

15 QUADRI ELETTRICI BT

15.1SCOPO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti minimi richiesti ed il piano dei collaudi per la fornitura dei quadri elettrici bassa tensione (fino a 1000V c.a. 1500V c.c.) inclusi i condotti sbarre, ove esistenti.

Per quanto non espressamente indicato si rimanda alle Normative e Pubblicazioni vigenti ed alla documentazione tecnica di progetto.

15.2GENERALITA'

La presente specifica si applica ai quadri di bassa tensione, definiti come appartenenti alle seguenti tipologie:

AS: "Apparecchiature di Serie"

ANS: "Apparecchiature Non di Serie".

La definizione del tipo di quadro elettrico sarà esclusiva competenza del fornitore del quadro, il quale se ne assumerà ogni responsabilità.

I quadri elettrici di bassa tensione saranno progettati e costruiti per le condizioni ambientali del luogo d'installazione e compatibilmente con le condizioni di servizio.

L'ambiente di installazione delle apparecchiature è da considerarsi umido e corrosivo con presenza di polveri. Pertanto tutti i tipi di quadri dovranno avere barriere di segregazione anche nella parte inferiore.

Le piastre predisposte per l'ingresso dei cavi (es. per le alimentazioni), dovranno essere di materiale amagnetico. L'ingresso dei cavi nel quadro potrà avvenire dal basso o dall'alto come indicato negli elaborati progettuali e sarà realizzato con piastre asportabili non forate o, quando richiesto, con pressacavi o altri sistemi di sigillatura.

I quadri con struttura metallica dovranno essere del tipo autoportante con rinforzi nei punti deboli; l'involucro sarà realizzato con lamiere di acciaio opportunamente trattate e protette.

I quadri elettrici dovranno essere dotati di apposita barra in rame o morsettiera per la messa a terra.

Gli elementi di carpenteria degli scomparti (struttura portante, pannelli, diaframmi, ecc.), saranno imbullonati o saldati tra loro, in modo da assicurare una buona continuità elettrica.

Tutti gli elementi, dovranno essere ben collegati alla barra o alla morsettiera di terra suddetta.

Le ante saranno collegate alla struttura del quadro mediante corde di terra in rame di adeguata sezione (comunque non inferiore a 16 mm2).

Gli involucri dei quadri dovranno avere feritoie atte ad assicurare una buona ventilazione, sufficiente ad evitare le formazioni di condensa sulle superfici interne degli involucri.

Gli accessori metallici facenti parte dei quadri elettrici (viti, cerniere, maniglie, serrature, ecc.), dovranno essere in acciaio inossidabile o di materiale anticorrosivo, così come gli analoghi elementi facenti parte di componenti montati all'interno dei quadri.

15.3CARATTERISTICHE NOMINALI

Sistema di protezione dai contatti indiretti: TN-S

Tensione d' impiego nominale: 230 - 400Vac

Tensione d' isolamento nominale: 1000 V

Frequenza nominale: 50 Hz

Numero delle fasi: 3F + N

Tensione di prova circuiti principali: 3,5 kV

Tensione di prova circuiti ausiliari: 2 kV

Tensione nominale circ. aux.: 24Vac - 230Vac.

15.4ARMADI ED INVOLUCRI

Gli armadi e gli involucri devono essere costruiti al fine di permettere la realizzazione di quadri aventi le seguenti caratteristiche:

Materiali: Metallico

Grado di protezione minimo delle superfici esterne: IP3X

Grado di protezione minimo dei diaframmi interni: IP2X

Grado di protezione minimo delle aperture di ventilazione: IP2XC

Forma di segregazione: Forma 2

Esecuzione: A parete e pavimento strutture componibili e monoblocco

Portello: Richiesto

Apertura: Con l'utilizzo di apposita chiave

Accessibilità: Dal fronte

I materiali dovranno avranno caratteristiche adatte al luogo d'installazione, alle condizioni di servizio e di

trasporto. È raccomandato l'uso di materiali di serie e normalizzati, reperibili sul mercato. Le cassette, gli oblò e le eventuali altre parti di plastica facenti parte dell'involucro esterno, avranno resistenza agli urti meccanici (resilienza) non inferiori a 7 J di energia d'urto.

15.5AMPLIABILITÀ

I quadri a scomparti saranno predisposti per permettere l’eventuale ampliamento su entrambi i lati. Anche le sbarre saranno forate e predisposte per futuri ampliamenti. Scomparti o celle di riserva saranno previsti quando specificatamente richiesti, oppure a completamento della composizione del quadro.

15.6TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Gli involucri dei quadri elettrici dovranno essere protetti con un ciclo di trattamento e verniciatura atto ad assicurarne la buona conservazione ed idoneo, in particolare,

ad impedirne la corrosione. Dovrà essere garantita la perfetta conservazione degli involucri e dei loro accessori metallici (bullonerie, cerniere, ecc.) per un periodo di almeno 10 anni.

Gli accessori metallici dei quadri (viti, cerniere, maniglie, serrature, ecc.) dovranno essere in acciaio inossidabile o di materiale anticorrosivo, così come gli analoghi elementi facenti parte di componenti montati all'interno dei quadri.

Il ciclo di trattamento delle lamiere costituenti gli involucri dei quadri dovrà comprendere le seguenti fasi:

- ✓ sgrassatura
- ✓ decapaggio
- ✓ bonderizzazione
- ✓ passivazione
- ✓ essicazione
- ✓ verniciatura alle polveri epossidiche polimerizzata al forno in colore da concordare con la D.L.

Particolare cura dovrà essere dedicata alla costruzione ed al trattamento degli involucri delle apparecchiature eventualmente installate all'aperto, in considerazione della loro maggiore esposizione all'ambiente.

Tutti i quadri installati nello stesso locale dovranno avere involucri di uguale colore.

Le diverse unità dovranno essere affiancate l'una all'altra in modo da formare un complesso organico anche nell'aspetto esteriore, che dovrà essere omogeneo ed esteticamente gradevole.

I quadri saranno posizionati in modo tale da lasciare spazio sufficiente per potervi accedere agevolmente per ispezioni o lavori di manutenzione.

Tutti i quadri, anche se provvisti di bloccoporta, dovranno avere un grado di protezione minimo IP20 a porta aperta.

15.7SISTEMI DI SBARRE

Il sistema di sbarre se presente, comprese quelle derivate, sarà adatto a sopportare le sollecitazioni elettriche e meccaniche dovute alle correnti di corto circuito, per un tempo prestabilito, come definito nelle Nome di riferimento. Le sbarre saranno fissate tenendo conto delle dilatazioni e delle eventuali vibrazioni previste. Se non diversamente indicato, le sbarre saranno in rame elettrolitico, sbarre di materiale diverso potranno essere prese in considerazione solo se oltre ad assicurare le prestazioni richieste, saranno accompagnate da una documentazione tecnica dettagliata per quanto riguarda i calcoli termici ed elettrodinamici.

Le sbarre saranno isolate se richiesto o se previsto come tipico dal Fornitore. Il tipo di materiale di isolamento e protezione ed il suo spessore saranno definiti dal Fornitore in relazione alle condizioni di servizio. Le guaine e le resine saranno di tipo non propagante la fiamma in conformità con la Norme e resistenti alle scariche superficiali. Nelle giunzioni sbarra–sbarra e sbarra–cavo, le sbarre dovranno essere opportunamente protette contro l'ossidazione.

Nelle connessioni tra sbarre e pinze di parti estraibili, le pinze ed i codoli delle parti fisse saranno protette contro l'ossidazione mediante argentatura.

Le connessioni tra le sbarre e gli apparecchi relativi ad un singolo circuito saranno dimensionate per la massima corrente termica regolabile sull'apparecchio stesso.

I bulloni e i morsetti dovranno essere provvisti di sistemi antiallentanti.

I supporti delle sbarre potranno essere costituiti da isolatori o da supporti isolanti stampati o stratificati; saranno di materiale non igroscopico e non combustibile e realizzati in modo da evitare le scariche superficiali in caso di deposito di polvere o formazione di condensa. Le sbarre e i conduttori isolati di potenza saranno contrassegnati come previsto dalle Norme di riferimento.

SBARRA DI NEUTRO (N):

Nei sistemi trifasi con neutro, la sbarra di neutro si svilupperà per tutta la lunghezza delle sbarre di fase e sarà:

- ✓ di sezione uguale alle sbarre di fase fino a 200 mm2 se in rame;

- ✓ di sezione metà delle sbarre di fase (con un minimo di 200 mm2) se queste hanno sezione maggiore di 200 mm2, salvo prescrizioni più restrittive dovute alle correnti di guasto.

Sui circuiti trifasi più neutro alimentati con interruttori tripolari, la sbarra di neutro dovrà avere un tratto sezionabile con bulloni in vicinanza del terminale d'uscita.

SBARRA DI PROTEZIONE (PE):

Una sbarra di protezione (PE) coprirà tutta la lunghezza del quadro e sarà predisposta per i bulloni di connessione alle due estremità ed ovunque previsto l'allacciamento di un cavo. Il dimensionamento della sbarra di protezione (PE) sarà in accordo a quanto prescritto dalle Norme per i conduttori di protezione.

15.8APPARECCHIATURE

Le apparecchiature di potenza avranno caratteristiche elettriche e costruttive come definito negli schemi elettrici, ed in accordo alle Normative di riferimento. Se non diversamente precisato, esse avranno il circuito principale con tensione nominale di isolamento almeno uguale a quella del quadro e, potere d'interruzione, superiore al massimo valore

ammissibile della corrente di cortocircuito. Salvo diversamente indicato, le sovratemperature massime ammesse saranno quelle previste dalle Normative di riferimento.

15.9INTERRUTTORI NON AUTOMATOCI

I parametri elettrici qui non meglio specificati, dovranno essere in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali ed in particolare con quanto riportato negli schemi elettrici.

Nei circuiti (es: protezione di strumenti, circuiti ausiliari, ecc) ove sia necessario prevedere interruttori di manovra – sezionatori, si devono impiegare apparecchi modulari coordinati con la gamma degli interruttori automatici magnetotermici e differenziali, aventi le seguenti caratteristiche:

SE MODULARI:

- ✓ Modulo base: 17,5 mm
- ✓ montaggio a scatto su profilato IEC/EN 60715
- ✓ Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura
- ✓ N° di poli: da 1,2,3,4 (in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali)
- ✓ Presenza di Fusibili: SI
- ✓ Se presenti i fusibili protezione almeno IP20 durante la sostituzione della cartuccia

SE APERTI O SCATOLATI:

- ✓ Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura
- ✓ N° di poli: da 2,3,4 (in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali)
- ✓ Coprimorsetti
- ✓ Presenza di Fusibili: SI
- ✓ Se presenti i fusibili protezione almeno IP20 durante la sostituzione della cartuccia
- ✓ Copricontatti portafusibili se presenti i fusibili

15.10 INTERRUTTORI AUTOMATICI

Se non diversamente indicato negli elaborati progettuali, essi saranno previsti con potere di interruzione di servizio (Ics) maggiore del massimo valore ammissibile della corrente di cortocircuito presunta.

Gli interruttori saranno previsti per le seguenti categorie di utilizzo:

Categoria A, interruttori di questa categoria non hanno specificata la corrente nominale di breve durata.

Categoria B, interruttori di questa categoria hanno specificata la corrente nominale di breve durata.

Se non altrimenti indicato si sceglieranno interruttori di categoria "B" per gli ingressi e i congiuntori di sbarra e di categoria A per le uscite.

Gli interruttori automatici dovranno avere le seguenti caratteristiche:

SE MODULARI:

- ✓ Modulo base: 17,5 mm
- ✓ montaggio a scatto su profilato IEC/EN 60715
- ✓ N° di poli: da 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4 (in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali)
- ✓ Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura

SE APERTI O SCATOLATI:

- ✓ N° di poli: da 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4 (in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali)
- ✓ Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura
- ✓ Struttura: per interruttori aperti metallica, per interruttori scatolati in materiale isolante
- ✓ Tipo di esecuzione: Fissa, estraibili, removibile (in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali)

15.11 CONTATTORI

I contattori saranno in aria e di tipo compatto; contattori di tipo diverso potranno essere presi in considerazione caso per caso. La tensione di rilascio della bobina in c.a, non sarà superiore al 65% e non inferiore al 30% della tensione nominale. I contattori devono poter essere corredabili di contatti ausiliari. I contattori fino a contattori fino a 30 kW ca. di potenza dovranno essere idonei al montaggio a scatto su profilato guida IEC/EN 60715.

15.12 RELE' DI PROTEZIONE

I relè termici diretti di sovraccarico saranno bimetallici, tripolari, provvisti di protezione contro la mancanza di fase ed a ripristino manuale. Essi saranno regolabili mediante un dispositivo graduato ed opereranno almeno su un contatto in scambio. Le classi di intervento dei relè termici per avviatori di motori elettrici, con avviamento normale e pesante, saranno riferite alle relative Tabelle di coordinamento, o altrimenti rispondenti a quanto prescritto dalla Normativa vigente. L'intervento a regime termico (a caldo) avverrà approssimativamente per valori di corrente maggiori o uguali a 1/4 del corrispondente valore di intervento a freddo, cioè con

relè alla temperatura ambiente. I relè termici di tipo elettronico sono ammessi per la protezione di particolari carichi quali ad esempio ventilatori, cooler ecc.. e comunque solo se espressamente indicati negli elaborati progettuali.

15.13 TRASFORMATORI DI CORRENTE E DI TENSIONE (TA, TV)

I trasformatori di corrente (TA) ed i trasformatori di tensione (TV), avranno tensione nominale di isolamento (Ui) e tensione di funzionamento nominale (Ue) uguale a quella del quadro; saranno inoltre di tipo inscatolato con isolamento in aria o resina.

I trasformatori di corrente saranno adatti a resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche relative alla tenuta al cortocircuito del quadro.

Per i trasformatori di corrente delle alimentazioni di motori il tempo di tenuta del corto circuito sarà almeno di 0,5 s.

15.14 AVVIATORI PER PARTENZE MOTORI

Gli avviatori, cioè i dispositivi per la marcia, l'arresto e la protezione contro i sovraccarichi, costituiti da contattori e relè termici diretti, saranno realizzati in conformità alla Normativa vigente

Se non diversamente precisato, per tutte le partenze motori e dove richiesto, sarà previsto il comando locale e da remoto, con la possibilità di segnalazioni, blocchi e consensi a distanza.

I dispositivi diretti di protezione saranno a ripristino manuale.

La protezione contro i cortocircuiti, salvo diverse indicazioni, sarà realizzata a mezzo di interruttori automatici coordinati con gli avviatori, in modo da ottenere coordinamenti di tipo "2".

Gli interruttori automatici previsti per il coordinamento con gli avviatori, saranno di categoria "A".

Le categorie di impiego degli avviatori saranno in accordo alla Normativa vigente:

– AC–3 per motori con rotore a gabbia in servizio CONTINUO, DISCONTINUO, ecc.

– AC–4 per motori con rotore a gabbia in servizio INTERMITTENTE.

15.15 PARTI ASPORTABILI ED ESTRAIBILI

Le parti asportabili e le parti estraibili dovranno essere realizzate in modo tale che il loro equipaggiamento elettrico possa essere connesso o sconnesso al circuito principale in tensione, in condizioni di sicurezza e rispettando i valori minimi delle distanze in aria e superficiali prescritti nelle Normative vigenti.

Quando prevista, la posizione di prova sarà realizzata con l'apertura ed il sezionamento dei circuiti principali, mentre i circuiti ausiliari restano collegati. Il sistema di estraibilità sarà provvisto di interblocchi che consentano la inserzione o disinserzione solo ad interruttore o contattore aperto e che ne impediscano la chiusura se la parte estraibile non è

esattamente in una delle due posizioni di servizio o di prova.

Saranno previsti finecorsa o blocchi meccanici a sgancio manuale per impedire che la parte estraibile possa inavvertitamente essere estratta oltre la posizione di sezionamento.

La posizione di asportato potrà essere ottenuta solo sganciando i blocchi suddetti.

Per la protezione dai contatti diretti in ogni parte estraibile, sarà previsto uno schermo mobile automatico (otturatore); tale schermo verrà comandato a svolgere la sua funzione quando la parte viene estratta.

Le serrande che costituiscono l'otturatore avranno contrassegni di pericolo ottenuto con colorazione oppure con simboli o scritte, in accordo alle Normative di riferimento.

Qualora l'organo di manovra del sezionatore di potenza fosse provvisto di molla di richiamo, dovrà essere interposto un diaframma isolato fra i coltelli del sezionatore e la molla stessa.

15.16 CIRCUITI AUSILIARI

Tutte le apparecchiature ausiliarie saranno adatte per servizio continuo e con le seguenti categorie di impiego:

- ✓ in c.a. : AC–14 o AC–15
- ✓ in c.c. : DC–13 o DC–14

I collegamenti ausiliari tra scomparti saranno realizzati con canalette per facilitare l'inserzione o la rimozione in condizioni di sicurezza di singoli conduttori.

Nei punti di attraversamento di pareti metalliche, i conduttori saranno protetti con boccole o guaine isolanti.

Quando i collegamenti devono essere rimossi, saranno collegati a morsettiere terminali.

Le terminazioni dei conduttori saranno realizzate con capicorda a compressione ed identificate mediante l'uso di apposite targhette.

Le apparecchiature ausiliarie avranno una tensione nominale di isolamento uguale a quella del sistema elettrico in cui sono inserite; le apparecchiature direttamente derivate dal sistema elettrico di potenza, avranno una tensione nominale di isolamento uguale a quella del quadro.

Se non diversamente indicato, dovranno essere garantite le seguenti caratteristiche minime:

- ✓ correnti nominali di impiego (Ie): 5 A a 230 V c.a.; 1 A a 110 V c.c.
- ✓ servizio sotto carico di riferimento: 120 cicli / ora (per relè)
- ✓ classe di durata meccanica: 1 (in milioni di cicli di manovra)

Ciascuna derivazione alle singole utenze ausiliarie sarà protetta come indicato negli elaborati progettuali.

15.17 RELE' AUSILIARI

Dovranno essere previsti con contatti ausiliari necessari alla realizzazione degli schemi prescritti e con 1NA + 1NC contatti liberi aggiuntivi. Se non diversamente indicato, i relè di blocco (86) saranno per servizio continuo a riarmo manuale con la posizione di blocco chiaramente indicata.

15.18 TRASDUTTORI

I trasduttori saranno conformi alla Normativa CEI EN 60688 ed avranno caratteristiche come indicate negli elaborati progettuali.

15.19 PULSANTI

I pulsanti, quando previsti, saranno posizionati e colorati in relazione alla loro funzione secondo quanto previsto nella tabella di seguito riportata:

COLORE	SIGNIFICATO	DESCRIZIONE	ESEMPI PRATICI
Rosso	Emergenza	Azione in condizione di pericolo o emergenza	Comando di arresto d'emergenza
Giallo	Anormale	Azione in caso di condizione anormale	Intervento manuale per riavviare un ciclo automatico interrotto o per sopprimere una condizione anormale
Verde	Sicurezza	Azione per predisporre una condizione di sicurezza	Comando di avviamento
Blu	Obbligatorio	Azione di ripristino (reset)	Rispristino relè di protezione intervenuto
Bianco	Manovra Ordinaria	Azione per l'avvio generale delle funzioni ad eccezione dell'arresto di emergenza	Avviamento, inserzione
Grigio			Comando ad impulsi (avviamento / disinserzione)
Nero			Comando ad azione mantenuta

15.20 LAMPADE DI SEGNALAZIONE

Salvo diversamente indicato negli elaborati progettuali, verranno usati i colori in accordo alla tabella di seguito riportata:

COLORE	SIGNIFICATO	DESCRIZIONE
Rosso	Emergenza	Condizioni pericolose, situazione che necessita di una risposta immediata
Giallo	Anormale	Attenzione Condizione anormale Condizione critica imminente
Verde	Sicurezza Condizione normale	Indica una condizione sicura oppure un'autorizzazione a procedere

Blu	Obbligatorio	Indicazione di una condizione che richiede un'azione dell'operatore
Bianco	Nessun significato specifico	Qualsiasi significato può essere utilizzato tutte le volte che si presenta un dubbio sull'uso di rosso, giallo, verde

Le lampade saranno preferibilmente a LED. In alternativa possono essere usate lampade ad incandescenza, con in serie una resistenza di caduta.

15.21 TRASFORMATORI DI ALIMENTAZIONE

Trasformatori di alimentazione dei circuiti di controllo saranno previsti solo se esplicitamente richiesti

e indicati negli elaborati progettuali. Quando previsti, essi avranno caratteristiche come indicato nella Norma CEI EN 61558 per i "trasformatori di isolamento".

I trasformatori di alimentazione di più circuiti, saranno comunque dimensionati in modo che:

- ✓ il contattore o interruttore a più elevato assorbimento, sia in chiusura;
- ✓ tutti gli altri contattori o interruttori siano chiusi e le relative lampade di segnalazione accese;
- ✓ la tensione disponibile sul secondario non sia inferiore al 95% della tensione nominale.

15.22 STRUMENTI

Tutti gli strumenti dovranno avere Classe di precisione 1,5 o superiore. Gli strumenti da montare sul fronte del quadro saranno da incasso con attacchi posteriori; avranno custodia preferibilmente quadrata o rettangolare e con possibilità di applicazione di sigilli ove necessario. In generale gli amperometri e voltmetri avranno una deviazione, al valore nominale, di circa il 75% del valore di fondo scala.

Gli amperometri dei motori avranno una deviazione a fondo scala pari a 5 volte la corrente nominale dello strumento, con scala ristretta sul fondo.

Gli strumenti a zero soppresso avranno la scala duplicata attorno al valore nominale.

Per motori da e oltre 7.5Kw, dovrà essere predisposto il collegamento di un amperometro remoto, salvo diversamente specificato sugli elaborati progettuali.

Se non diversamente specificato, gli strumenti registratori saranno del tipo elettronico con memoria.

L'utilizzo di relè elettronici multifunzione, che sostituiscano in tutto o in parte anche le funzioni degli strumenti, dovrà essere preventivamente approvato dal Committente e dalla DL.

15.23 LIMITATORI DI SOVRATENSIONE

Gli scaricatori di Tipo I, da installare sui quadri generali, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Temperatura ambiente: -40/+80 °C;
- Grado di protezione: IP20;
- Tensione nominale (VAC): 400/230 V;
- Tensione massima continuativa (V AC/DC): 350 V;
- Corrente impulsiva di fulmine (10/350 μs): 25 kA;
- Corrente nominale di scarica (8/20 μs): 100 kA;
- Corrente massima di scarica (8/20 μs): 100kA;
- Corrente totale di scarica (10/350 μs): 50 kA;
- Livello di protezione (Up): 1,5 kV;
- TOV L-N: >335 V;
- Tempo di intervento: 100 ns;
- Tenuta al cortocircuito con protezione massima di sovracorrente: 50 kA;
- Protezione massima di sovracorrente: 160 A

Gli scaricatori di Tipo II da utilizzare all'interno dei quadri di distribuzione dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Temperatura ambiente: -40/+80 °C;
- Grado di protezione: IP20;
- Tensione nominale (VAC): 400/230 V;
- Tensione nominale continuativa (V AC/DC): 275/350 V;
- Corrente impulsiva di fulmine (10/350 μs): 12.5 kA;

- Corrente nominale di scarica (8/20 μs): 30 kA;
- Corrente massima di scarica (8/20 μs): 60kA;
- Corrente totale di scarica (10/350 μs): 50 kA;
- Livello di protezione (Up): 1,5 kV;
- TOV 120 min L-N: 440 V;
- TOV 5 s L-N: 335 V;
- Tempo di intervento: 25 ns;
- Tenuta al cortocircuito con protezione massima di sovracorrente: 50 kA;
- Protezione massima di sovracorrente: 160 A.

15.24 CONDUTTORI E CABLAGGI

Tutti i conduttori dovranno essere numerati e identificati in modo da avere una precisa corrispondenza con gli schemi elettrici. I cablaggi interni al quadro dovranno essere effettuati utilizzando canaline portacavi in PVC complete di coperchio al fine di rendere agevoli le operazioni di posa e cablaggio dei conduttori. I cablaggi dovranno essere effettuati a mezzo di puntalini a compressione completi di targhetta identificatrice, utile al fine dell'identificazione. Non saranno ammessi fili ancorati direttamente su parti metalliche. Ogni singolo conduttore dovrà essere dotato di targhetta identificatrice. La sigla riportata sul conduttore dovrà essere in accordo agli elaborati progettuali, in particolare in accordo agli schemi funzionali realizzati dal Fornitore e comunque tale da permettere un agevole identificazione del percorso del conduttore (da dispositivo di protezione/comando/segnalazione nel quadro a morsettiera, da morsettiera a utenza in campo). Tutti i fili, sia in morsettiera che sulle apparecchiature dovranno essere comodamente accessibili per le operazioni di manutenzione e/o modifica.

I conduttori ausiliari che dall'interno del quadro dovranno essere posati sulle apparecchiature montate sulle ante, saranno protetti meccanicamente da spirali o calze opportunamente dimensionate.

Non saranno ammessi conduttori posati senza una opportuna protezione meccanica.

I conduttori, ad eccezione di quelli delle logiche elettroniche di controllo, dovranno avere i seguenti requisiti principali:

Caratteristiche tecniche:

Sigla armonizzata	FG17
Conduttore	Rame rosso, formazione flessibile, classe 5.
Tensione nominale Uo/U	450/750V
Isolamento	Mescola LS0H (Low Smoke Zero Halogen) Termoplastico di qualità T17 con prestazioni al fuoco incrementate.
Colore	nero, blu, marrone, grigio, arancione, rosa, rosso, azzurro, viola, bianco, giallo/verde

Sigla armonizzata	H07Z1-K Type 2
Conduttore	Rame rosso, formazione flessibile, classe 5.
Tensione nominale Uo/U	450/750V
Isolamento	Mescola LS0H (Low Smoke Zero Halogen) Termoplastico di qualità T17 con prestazioni al fuoco incrementate.

Sigla armonizzata	FS17
Conduttore	Rame rosso, formazione flessibile, classe 5.
Tensione nominale Uo/U	450/750V
Colore	nero, blu, marrone, grigio, arancione, rosa, rosso, azzurro, viola, bianco, giallo/verde

Caratteristiche dimensionali:

La sezione dei conduttori impiegati per le connessioni sarà dimensionata in accordo ai valori minimi e massimi prescritti dalla Norma CEI EN 61439–1, ed alle seguenti sezioni minime ammesse:

- ✓ 2,5 mm²: circuiti di potenza ed amperometrici
- ✓ 1 mm²: connessioni ausiliarie all'interno degli apparecchi
- ✓ ≤1 mm²: interconnessioni delle logiche elettroniche di controllo
- ✓ 1,5 mm²: altri conduttori

Il dimensionamento dei conduttori di protezione sarà effettuato secondo i sistemi prescritti dalla suddetta Normativa.

15.25 MORSETTI DI CONNESSIONE

I morsetti di connessione, sia principali che ausiliari, saranno adatti per il tipo ed il materiale dei conduttori previsti.

I morsetti non facenti parte delle singole apparecchiature, saranno di tipo ad elementi componibili montati su profilati normalizzati e raggruppati in morsettiere identificate con un codice riportato su una apposita targhetta.

I morsetti aventi la stessa funzione saranno tra loro vicini e connessi con piastrine o metodo analogo, evitando quanto più possibile l'uso di ponticelli a filo.

L'isolante dei morsetti sarà in resina melamminica od altra plastica ad alta densità.

Saranno previsti morsetti di riserva nelle morsettiere per le connessioni esterne, nella quantità di almeno il 10%.

I morsetti dei circuiti amperometrici tra i TA, i dispositivi di protezione e controllo e tutti i morsetti amperometrici delle morsettiere per le connessioni esterne, saranno di tipo cortocircuitabile, sezionabile e con presa a spina per i puntali di strumenti portatili.

I secondari dei TA non utilizzati e le eventuali prese di rapporto addizionali saranno connessi alla morsettiera di uscita.

I morsetti amperometrici non utilizzati saranno chiusi in cortocircuito.

I morsetti dei circuiti voltmetrici tra i TV, i dispositivi di protezione e controllo, e tutti i morsetti per le connessioni esterne, saranno di tipo sezionabile.

Tutti i morsetti relativi ai circuiti di comando e segnalazione saranno singolarmente numerati con numeri progressivi; i morsetti di potenza, quelli per le voltmetriche e le amperometriche saranno contrassegnati come previsto dagli elaborati progettuali e dalle Normative di riferimento.

Nei quadri di tipo chiuso, le morsettiere sia di potenza sia ausiliarie saranno posizionate in relazione con l'ingresso previsto per le connessioni esterne.

Nei quadri, le morsettiere sia di potenza sia ausiliarie potranno essere poste nei singoli scomparti.

15.26 TARGHE E CONTRASSEGNI APPARECCHIATURE

Oltre ai cartelli per la sicurezza definiti dal Fornitore, saranno previste le seguenti targhe, realizzate con lastre di materiale plastico, fissate con viti e con le seguenti scritte incise:

Dati Generali:

- ✓ Nome e dati identificativi del Fornitore

Sigla del Quadro:

- ✓ Ubicata esternamente e sul fronte

Sigla del circuito o utenza:

- ✓ Esterna ed ubicata sul fronte di ogni circuito o utenza.

Sigla dell'apparecchiatura:

- ✓ Interna o in vista, per ogni apparecchiatura principale ed ausiliaria.
- ✓ in prossimità o su ciascun gruppo di apparecchiature quando queste formano una unica unità funzionale ed indivisibile.

Sequenze di manovra:

- ✓ Esterna in prossimità degli organi di manovra (interruttori e sezionatori)

Le targhe identificative dovranno corrispondere a quanto riportato sugli elaborati progettuali al fine di rendere agevole l'identificazione dei componenti.

N.B. In aggiunta a quanto richiesto nei punti precedenti nelle targhe saranno riportati tutti i dati previsti dalle norme di riferimento e quanto altro ritenuto utile, a discrezione del Fornitore.

15.27 SCALDIGLIA ANTICONDENSA

Al fine di prevenire il formarsi di condensa pericolosa all'interno del quadro, saranno previste resistenze anticondensa controllate da umidostato e termostato, collegate con cavi isolati in gomma siliconica.

In particolare i cavi da utilizzare potranno essere i seguenti:

FG4T2 300/500V - Cavo unipolare flessibile in gomma silicone più calza in fibra di vetro.

- Conduttore in Cu R / Cu Sn
- Isolamento in gomma silicone tipo EI2 + fibra vetro siliconata
- Tensione nominale 300/500 V
- Temperatura di esercizio -60° + 220 °C
- Colori: G/V, BLU, MARRONE, NERO, BIANCO, ROSSO
- **Realizzazione:** Conduttori in fili elementari di rame rosso o stagnato trefolati, isolamento singoli conduttori in gomma di silicone, cordati e ricoperti con una guiana esterna in gomma di silicone più calza in fibra di vetro.
- Proprietà e impieghi: Resistenza al calore, flessibilità, elevata resistenza meccanica. Per cablaggi elettronici ed elettrici nel settore industriale.

FG4OG4T2 300/500V - Cavo multipolare flessibile in gomma silicone più calza in fibra di vetro.

- Conduttore in Cu R – Cu Sn
- Isolamento in gomma silicone /guaina in gomma silicone + calza in fibra di vetro
- Tensione nominale 500 V
- Temperatura di esercizio -60° + 220 °C
- **Realizzazione:** Conduttori in fili elementari di rame rosso o stagnato trefolati, isolamento singoli conduttori in gomma di silicone, cordati e ricoperti con una guiana esterna in gomma di silicone più calza in fibra di vetro.
- **Proprietà e impieghi:** Resistenza al calore, flessibilità, elevata resistenza meccanica. Per cablaggi elettronici ed elettrici nel settore industriale.

15.28 ACCESSORI DI MONTAGGIO E ATTREZZATURE

Per ogni quadro dovranno essere forniti almeno i seguenti accessori di montaggio:

- ✓ golfari di sollevamento o dispositivi analoghi;

- ✓ profilati di appoggio ed accessori per il fissaggio del quadro;
- ✓ materiali necessari per l'assiemaggio meccanico ed elettrico del quadro;
- ✓ altri accessori eventualmente indicati negli elaborati progettuali.

Per ogni quadro, dovrà essere fornita una serie di chiavi ed attrezzi speciali in quantità e tipo tali da consentire la completa installazione e manutenzione del quadro.

Per quadri con parti asportabili di massa unitaria superiore a 30 Kg, dovranno essere forniti carrelli elevatori per permettere l'agevole rimozione di dette parti.

15.29 ACCESSIBILITA’

L'accessibilità dei componenti nelle varie attività di montaggio, manutenzione, manovra e servizio, dovrà essere assicurata e sarà rispondente alle prescrizioni raccomandate dalla Normativa di riferimento.

15.30 SICUREZZA

15.30.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Il Fornitore dovrà garantire che quadri di bassa tensione, oggetto di questa Specifica Funzionale, saranno costruiti a "REGOLA D'ARTE" per rispettare le prescrizioni di sicurezza previste dalle Normative di riferimento.

15.30.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTRATTI DIRETTI

Le parti attive dei circuiti elettrici saranno ubicate e protette, in modo tale che persone addestrate ed autorizzate possano effettuare, col quadro in tensione, le seguenti operazioni senza pericolo di contatti diretti:

- ✓ ispezione visiva degli apparecchi di manovra;
- ✓ regolazione e ripristino di relè e sganciatori, ispezione di dispositivi di segnalazione e strumenti;
- ✓ sostituzione di fusibili ausiliari, lampade, ecc.;

- ✓ misure di tensione, corrente e localizzazione guasti, eseguite con strumenti appositamente previsti ed adeguatamente isolati;
- ✓ allacciamento di cavi provenienti dall'esterno;
- ✓ rimozione, per manutenzione, dei componenti di ciascun circuito messo fuori tensione.

15.30.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

In accordo alle prescrizioni delle Norme CEI, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata:

- ✓ con dispositivi di protezione per l'interruzione dell'alimentazione;
- ✓ senza interruzione dell'alimentazione al primo guasto a terra.

Se non diversamente indicato negli elaborati progettuali, sarà adottato il primo metodo.

Per questo motivo in tutti i quadri, sarà installata una sbarra di protezione (PE).

Nell' eventualità di quadri con isolamento completo, la sbarra di protezione (PE) provvederà al collegamento dei conduttori di protezione e delle armature dei cavi provenienti dall'esterno del quadro, e rimarrà isolata dalle parti attive e dalle masse.

Gli equipaggiamenti estraibili saranno collegati al circuito di protezione con contatto a pinza strisciante o a molla, sia in posizione di servizio che in posizione di prova.

15.30.4 PROTEZIONE CONTRO I GUASTI INTERNI

Al fine di assicurare una completa sicurezza per gli operatori, saranno adottate precauzioni per evitare l'innesco degli archi elettrici, generati da guasti interni ai quadri.

Quando specificato negli elaborati progettuali, i quadri e le apparecchiature bassa tensione dovranno essere idonee per garantire una protezione adeguata agli operatori in caso di arco elettrico dovuto ad un guasto interno. Ciò significa che il corrispondente prototipo di quadro deve avere superato il collaudo specificato nella Normativa di riferimento.

Il collaudo per archi interni deve essere effettuato quando viene richiesto negli elaborati progettuali.

15.30.5 RESISTENZA AL FUOCO

Le caratteristiche dei materiali saranno tali che quando sono in contatto col fuoco o riscaldamento, non dovranno incendiarsi, bruciare, mantenere la combustione ed emettere vapori infiammabili. In particolare per le materie plastiche, dovranno essere garantiti i requisiti di autoestinguibilità in accordo ad uno dei seguenti metodi di prova:

- ✓ CEI EN 60707
- ✓ CEI EN 60695

Il costruttore dei quadri dovrà pertanto dichiarare il possesso dei certificati di prova di reazione al fuoco rilasciati da un laboratorio ufficialmente riconosciuto.

16 QUADRI ELETTRICI A CASSETTI TIPO MCC

16.1 SCOPO

Scopo della presente specifica è di definire la tipologia, i materiali, le caratteristiche tecniche e le quantità delle apparecchiature necessarie a realizzare il quadro di distribuzione necessario ad alimentare le utenze elettriche interessate a quest'attività. Questo documento definisce i requisiti minimi delle apparecchiature e non solleva il Fornitore dalle proprie responsabilità per la corretta progettazione, affidabilità e sicurezza operativa del sistema fornito.

16.2 CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Si riportano di seguito i dati salienti del quadro:

- Tensione nominale d'isolamento: 690 Vac
- Tensione nominale d'esercizio: 400 Vac
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale ammiss. di breve durata (1 sec.): 50 kA
- Corrente di corto circuito di picco: 105 kA
- Corrente nominale sbarre: 600 A
- Sistema di sbarre: 3 Ph
- Tensione alimentaz. circ. aux: 110 Vcc

16.3 COMPOSIZIONE DELLA FORNITURA

16.4 COMPOSIZIONE DEL QUADRO

Il quadro MCC oggetto della fornitura sarà composto da:

- n. 1 arrivo linea;
- serie di cassetti estraibili per partenze motori.

Eventuali moduli liberi, risultanti dalla composizione delle colonne, devono essere equipaggiati con le parti fisse.

16.5STRUTTURA

Il quadro dovrà avere grado di protezione meccanica minimo IP41 e sarà di tipo chiuso, protetto contro l'ingresso di polvere, di corpi estranei e di animali ed eventualmente provvisto di aperture di ventilazione debitamente schermate.

Le porte e le aperture saranno munite di guarnizioni in materiale antinvecchiante e resistente alla corrosione.

Lo scomparto contenente l'arrivo linea sarà munito di sportello incernierato sul pannello verticale.

Il quadro sarà formato da colonne verticali prefabbricate trasportabili, a struttura metallica rigida autoportante, costituita da profilati in acciaio e lamiere o da lamiere bordate.

Ogni colonna sarà accoppiabile alle altre ed a futuri ampliamenti mediante bulloni ed avrà nel fondo profilati e lamiere bordate muniti di fori per il fissaggio al telaio di base.

Telaio di base e bulloni di ancoraggio faranno parte della fornitura.

Le colonne risulteranno completamente chiuse da pareti in lamiera ad eccezione delle aperture per l'ingresso dei cavi e di eventuali fessure di ventilazione.

Lo spessore delle lamiere non sarà inferiore a 2mm ad eccezione delle portelle e dei setti di separazione interni, che non saranno comunque inferiori a 1,5mm.

Le colonne saranno divise in senso verticale in due parti: la prima parte sarà costruita in modo da poter ospitare cassetti modulari contenenti le apparecchiature elettriche, la seconda parte formerà un vano verticale per tutta l'altezza della

colonna, destinato all'ingresso ed al collegamento dei cavi.

La parte riservata ai cassetti sarà predisposta per qualunque combinazione di cassetti modulari nella colonna.

Nella parte posteriore del quadro saranno sistemate le sbarre orizzontali e verticali. Il quadro sarà a semplice fronte e dovranno risultare facilmente estensibili lateralmente.

Le cerniere saranno in alluminio, la viteria e la bulloneria saranno in acciaio inossidabile o zinco passivata; è escluso l'uso della verniciatura come protezione contro la corrosione.

Le colonne saranno provviste di golfari di sollevamento per agevolare la movimentazione/trasporto.

16.6SEGREGAZIONE DELLE APPARECCHIATURE

La segregazione minima richiesta è "forma 4". Dovrà essere prevista la segregazione tramite setti o pareti in lamiera tra i vari scomparti contenenti le apparecchiature.

I vani contenenti i cassetti, i vani dei cavi, i vani delle sbarre e le celle strumenti dovranno risultare efficacemente separati tra di loro per mezzo di lamiere e setti.

La compartimentazione dovrà:

- ostacolare efficacemente la trasmissione di gas ionizzati dai cassetti al vano sbarre, dai cassetti al vano cavi e tra cassetto e cassetto anche quando in una colonna sia stato asportato un cassetto;
- consentire l'accessibilità completa ad un vano da cui sia stato asportato il cassetto, con le sbarre in tensione, escludendo ogni rischio di contatto accidentale;
- consentire il tiro ed il collegamento dei cavi nel vano relativo con il quadro in tensione, senza necessità di rimuovere il cassetto, minimizzando il rischio di contatti accidentali.

A tal fine si dovrà realizzare quanto segue:

- la parete verticale di fondo dei vani dei cassetti sarà costituita da un setto che dividerà i vani delle sbarre verticali;
- su tale setto saranno praticate solo le minime aperture che consentono l'innesto delle pinze;
- i vani destinati ai cassetti saranno divisi uno dall'altro mediante setti divisori orizzontali rimovibili;
- il vano cavi risulterà separato dai vani dei cassetti;

- ciascun cassetto sarà accessibile dal fronte per mezzo di portelle incernierate munite di maniglia lucchettabile;
- la struttura sarà predisposta per il montaggio di tutte le portelle necessarie alle possibili combinazioni di cassetti;
- dovrà essere possibile mantenere la portella chiusa con cassetto completamente sezionato all'interno del vano;
- le portelle saranno munite di guarnizione in gomma sintetica anti invecchiante che garantisca la tenuta alla polvere;
- le porte e le portelle riportanti apparecchiature elettriche saranno messe a terra mediante treccia flessibile di rame stagnata imbullonata alle due estremità;
- il vano dei cavi sarà accessibile attraverso un'unica portina apribile a cerniera e munita di serratura a chiave;
- tutti i cavi dovranno essere facilmente accessibili dal fronte;
- le sbarre verticali od orizzontali saranno accessibili dal fronte del MCC mediante la rimozione dei cassetti e dei setti divisori di fondo; in tal modo dovrà essere possibile l'installazione delle colonne contro parete o dorso a dorso con altro MCC.ù

16.7CASSETTI ED INTERBLOCCHI

I cassetti saranno di tipo estraibile e costituiti da telai metallici aventi la base e le pareti laterali chiuse. I cassetti avranno contatti a pinza in entrata e in uscita per i circuiti di potenza.

Il collegamento dei circuiti in uscita dovrà avvenire tramite morsettiere disposte nel vano cavi.

Il collegamento dei circuiti ausiliari in entrata ed in uscita avverrà a mezzo di morsettiera a contatti striscianti.

L'inserzione e la disinserzione dei connettori sarà effettuata con le manovre di "inserito-sezionato" del cassetto.

I cassetti potranno assumere le seguenti posizioni:

- INSERITO con pinze di potenza e spina degli ausiliari inserite;
- IN PROVA con pinze di potenza disinserite e circuiti ausiliari inseriti per poter effettuare la prova in bianco delle apparecchiature;
- SEZIONATO con pinze di potenza e circuiti ausiliari disinseriti;
- ESTRATTO quando viene rimosso ed é separato dal quadro.

Nella posizione di "Sezionato", il cassetto dovrà poter rimanere all'interno del vano con la portella chiusa, che sarà bloccabile mediante lucchetto.

Un riscontro visibile a portella chiusa, segnalerà le posizioni assunte dal cassetto. In posizioni intermedie tra quelle di cui sopra, la funzionalità del cassetto dovrà risultare inibita. I cassetti saranno dotati di dispositivo di messa a terra, che

assicurerà la continuità in qualsiasi posizione che assumerà il cassetto.

Il comando della posizione del cassetto, avverrà tramite leva di manovra e sarà eseguibile a portella chiusa.

I cassetti scorreranno su guide metalliche e saranno dotati di pattini di scorrimento. Sarà garantita la facilità e sicurezza del movimento del cassetto.

I cassetti avranno sempre grandezza modulare e a parità di grandezza saranno intercambiabili tra di loro.

Dovranno essere realizzati i seguenti interblocchi di sicurezza:

- l'apertura della portella sarà possibile solo con cassetto in posizione "Sezionato";
- l'inizio della manovra di inserzione-disinserzione deve provocare, in ogni caso, l'apertura del contattore per evitare che detta manovra possa essere effettuata sotto carico.

Gli interblocchi dovranno funzionare in maniera sicura anche nel caso di operazione non prudente da parte dell'operatore.

16.8VANO CAVI

L'ingresso cavi é previsto dal basso nella parte posteriore del quadro e sarà realizzato mediante piastre asportabili e adatte per un sistema di sigillatura.

Le morsettiere per i collegamenti di potenza e di comando, previste nel vano riservato ai cavi, saranno montate all'altezza di ciascun cassetto.

Dovrà essere consentito il montaggio di tutte le possibili morsettiere richieste da qualunque combinazione dei cassetti sulla colonna.

Le morsettiere dovranno essere dimensionate in relazione al numero ed alla sezione dei cavi.

Nel vano cavi, saranno montati mezzi di sostegno o staffature necessari per il fissaggio dei cavi in modo che non si eserciti alcuno sforzo di trazione sui morsetti.

Il vano cavi non presenterà punti che possano danneggiare i cavi durante l'infilaggio.

Le morsettiere saranno protette contro contatti accidentali mediante coperchi isolanti preferibilmente trasparenti, rimovibili per effettuare le connessioni dei cavi.

16.9SBARRE

Le sbarre saranno in rame elettrolitico nudo, dotato di supporti in materiale non igroscopico, incombustibile e adeguatamente studiati per evitare formazione di scariche superficiali.

Le giunzioni e derivazioni saranno realizzate con bulloni passanti muniti di rondelle elastiche con superfici di contatto stagnate.

Le sbarre principali saranno inguainate ed idonee alla portata specificata nel paragrafo "Caratteristiche dell'alimentazione elettrica".

Le sbarre verticali saranno previste per la portata richiesta dai cassetti in uscita ma comunque non inferiore a 500A.

Le sbarre verticali e orizzontali, le loro giunzioni, derivazioni ed i relativi supporti e ancoraggi saranno previste e dimensionate per le condizioni di corto circuito indicate nel paragrafo "Caratteristiche dell'alimentazione elettrica".

Alle due estremità della sbarra orizzontale saranno previsti morsetti per il collegamento al conduttore di terra sezione 70mmq.

Sarà prevista una sbarra di terra in rame di sezione minima 50x6 mm che si estenderà per tutta la lunghezza del quadro e per l'altezza di tutte le colonne verticali.

Sulle sbarre di terra verticali saranno previsti morsetti per la messa a terra dell'armatura o del conduttore di terra dei cavi.

Le fasi e la terra saranno identificate con diversa colorazione mediante verniciatura o nastratura.

16.10 UNITA' TIPICHE

16.10.1 ARRIVO LINEA

L'arrivo linea sarà costituito da:

- Interruttore - sezionatore tripolare da 630A
- Multimetro digitale
- Trasformatori TA e TV per le misure sopra indicate
- Lampade di segnalazione a led
- Accessori di funzionamento

16.10.2 PARTENZE MOTORI

Le partenze motori saranno costituite da:

- Terna di fusibili limitatori di corrente
- Contattori
- Relè termico tripolare
- Relè di terra (ove indicato)
- TA di alimentazione amperometro e convertitore 4÷20mA
- Manipolatore di comando 1 – 0 – 2
- Lampade di segnalazione MARCIA-ARRESTO e SCATTO TERMICO a led
- Relè di controllo senso ciclico delle fasi
- Relè tutto o niente monostabile a tempo
- Relè 24Vcc e relativo diodo (N°2)
- Pulsanti di riarmo relè termico e relè di terra (ove previsto)

- Morsettiere, accessori e quanto altro necessario a realizzare le funzioni necessarie

16.11 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE

16.11.1 INTERRUTTORE DI MANOVRA SEZIONATORE

L'interruttore di manovra - sezionatore, montato sull'arrivo linea sarà di tipo tripolare con manovra a comando manuale riportata sulla portella, lucchettabile in posizione aperto. Le caratteristiche elettriche devono soddisfare quanto indicato nei precedenti paragrafi e negli schemi elettrici ed in particolare il potere di chiusura deve poter sopportare il valore di picco della corrente di c.to/c.to.

16.11.2 CONTATTORI

Saranno del tipo magnetico in aria.

I contattori dovranno essere adatti per servizio continuo in categoria AC-3 e per un numero di manovre orarie non inferiore a 15. Variazioni di tensione sino al -20% non dovranno provocare l'apertura del contattore.

16.11.3 RELÈ TERMICI

Saranno tripolari, di tipo compensato nel campo -10°C +50°C. Il ripristino sarà manuale con pulsante operabile dall'esterno della portella. I relè saranno alimentati direttamente e saranno del tipo per avviamento normale e/o per avviamento pesante in relazione alle caratteristiche del carico alimentato.

I relè termici dovranno essere in grado di resistere alle sollecitazioni dinamiche e termiche in funzione della taratura dei fusibili a monte. Il campo di taratura sarà scelto in modo da settare la corrente nominale dal motore all'interno ed in vicinanza del limite inferiore del campo stesso.

16.11.4 FUSIBILI DI POTENZA

Saranno limitatori di corrente, ad azione rapida e ritardata secondo le caratteristiche del carico alimentato.

I fusibili saranno montati in posizione facilmente accessibile e saranno asportabili sotto tensione a vuoto.

16.11.5 FUSIBILI CIRCUITI AUSILIARI

I fusibili impiegati saranno completi di basi, saranno ben accessibili e facilmente sostituibili.

16.11.6 RIDUTTORI DI CORRENTE

I trasformatori di corrente (TA) saranno del tipo con isolamento solido e saranno adatti per la tensione di isolamento.

La prestazione sarà commisurata all'assorbimento delle apparecchiature collegate e dei collegamenti amperometrici.

I TA per misure avranno classe di precisione 0,5 e fattore di sicurezza (saturazione) inferiore a 5.

I TA saranno previsti per una corrente permanente pari al 120% della nominale e per una corrente termica di c.to/c.to pari alla corrente simmetrica, per la durata di 1 secondo.

16.11.7 RELÈ E STRUMENTI

I relè di protezione di terra (64) saranno montati, sul fronte dei cassetti.

Gli strumenti indicatori saranno di tipo quadrato da incasso e saranno montati sul fronte delle celle.

La classe di precisione degli strumenti non sarà inferiore a 1,5.

I relè ausiliari saranno di tipo estraibili su zoccolo con morsetti a vite completi di custodie antipolvere.

16.11.8 RISCALDATORI

Le colonne saranno munite di riscaldatori anticondensa, capaci di mantenere la temperatura interna circa 5°C al di sopra di quella esterna.

I riscaldatori, dovranno essere montati in posizione tale da non influenzare apparecchiature sensibili alla temperatura.

I riscaldatori saranno alimentati a 230 Vac derivato da un circuito provvisto di interruttore generale e contattore controllato da un termostato atto a disinserire i riscaldatori nel campo 25° - 35°C.

16.12 CIRCUITI DI POTENZA & COMANDO

16.12.1 CIRCUITI DI POTENZA

Le apparecchiature contenute nel cassetto saranno alimentate dalle sbarre tramite pinze di potenza. L'uscita avverrà (preferibilmente) con pinze di potenza collegate con cavo a morsetti di potenza. Le pinze saranno proporzionate alla corrente nominale del contattore o previsto nel cassetto ed in ogni caso la loro portata non sarà inferiore a 160A.

Le pinze di potenza dovranno essere in grado di sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche conseguenti alla corrente di corto circuito specificata. I circuiti in uscita faranno capo a morsettiere disposte nel vano cavi dei cassetti. I morsetti di potenza saranno del tipo a vite.

16.12.2 CIRCUITI DI COMANDO

La tensione dei circuiti di comando sarà 110Vcc. Allo scopo dovrà essere previsto un raddrizzatore adeguato. Tali circuiti saranno sempre protetti da fusibili.

Sarà predisposto un commutatore per permettere di realizzare l'alimentazione aux da tensione esterna al quadro.

Gli elementi del circuito di comando saranno collegati ad una morsettiera a contatti striscianti da 32 morsetti, tensione di isolamento tra spine 1500V.

I morsetti saranno del tipo a vite, componibili.

16.12.3 CABLAGGI

I collegamenti di potenza ed ausiliari saranno realizzati con cavo unipolare flessibile, isolato in PVC, non propagante l'incendio (norma CEI 20-22/II), tipo FS17 o FG17, dimensionati ed ancorati, per la parte di potenza.

Quando siano necessari collegamenti tra cassetti diversi sarà prevista una canalina preferibilmente nella parte superiore del MCC.

Ciascun conduttore sarà identificabile alle due estremità mediante segna fili del tipo a tasca, riportanti la numerazione indicata sugli schemi.

16.13 TARGHE

Su ogni colonna dovrà essere apposta una targa indicante la sigla relativa, inoltre su ogni portella sarà fissata una targhetta recante l'identificativo dell'utenza alimentata, la potenza della stessa ed il tipico di collegamento.

Il quadro, oltre ad essere completo delle targhe richieste dalle norme CEI recante i dati caratteristici del quadro, dovrà essere dotato di una targa contenente almeno le seguenti indicazioni:

- Nome del costruttore e/o ragione sociale
- Tipo costruttivo
- Anno di fabbricazione e numero di commessa interna
- Riferimento impianto
- Nome del Cliente e numero d'ordine dello stesso

Le targhe saranno in laminato plastico con scritte nere su fondo bianco. Tutte le targhe saranno fissate con viti e non con adesivi.

16.14 VERNICIATURA

Il ciclo di verniciatura sarà in accordo al ciclo standard del fornitore.

16.15 PARTI DI RICAMBIO

Il quadro dovrà essere completo di tutti gli accessori e gli attrezzi necessari per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione.

Nella fornitura dovranno inoltre essere comprese parti di ricambio per il primo avviamento.

Qualora si verificasse durante la fase di messa in servizio che le parti di ricambio previste dal Fornitore non fossero sufficienti e/o non previste, quelle aggiunte saranno a carico del Fornitore.

17 VARIATORI DI VELOCITA'

Nel caso in cui vengano richiesti sistemi di controllo per avviamento motori con variatori di velocità è necessario rispettare le seguenti prescrizioni.

17.1 INTERFACCIA OPERATORE

L'inverter deve essere dotato di un tastierino per la programmazione e la visualizzazione dei parametri di funzionamento remoto sul a fronte quadro di comando. Tutte le funzioni di dialogo dovranno essere disponibili (con la descrizione della funzione visualizzata) in Italiano. La modifica delle regolazioni, delle configurazioni, dei dati di funzionamento dovrà essere consentita sia localmente sia attraverso rete Ethernet. Deve essere prevista la possibilità di introdurre un blocco hardware e software che eviti localmente la modifica dei parametri impostati e che consenta solo la loro visualizzazione.

17.2 COMUNICAZIONE

Il variatore deve essere dotato di porta di comunicazione Ethernet, integrata nel prodotto, per collegamento multiplo mediante protocollo standard Modbus. L'acceso ai dati di programmazione e di funzionamento degli inverter dovrà essere garantita tramite sistema server web. Ogni inverter deve essere fornito completo di scatole di derivazione e cavi di connessione adatti alla realizzazione delle reti sopra descritte.

17.3 INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE

L'installazione dell'inverter ed i collegamenti fisici alla rete, la configurazione dei variatori, sia come parametri di funzionamento che come parametri di rete, è a carico del fornitore.

17.4 REQUISITI DELL'INVERTER

L'inverter dovrà possedere i requisiti per poter garantire e permettere la variazione di velocità del motore controllato nelle applicazioni tipiche, la riduzione della potenza installata, la riduzione dell'usura degli organi meccanici e degli organi di trasmissione, l'avviamento graduale dei carichi, il risparmio energetico. L'inverter

dovrà essere dotato di tutti i componenti ed accessori richiesti dal costruttore per ottemperare alle normative EMC in relazione alle lunghezze dei cavi di alimentazione delle utenze (dovranno essere previsti filtri EMC ed induttanze di compensazione lato motori elettrici per portare l'inverter nella classe civile).

17.5 CARATTERISTICHE GENERALI COMUNI ALL'INSIEME DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI L'INVERTER

Il variatore dovrà essere classificato in conformità con le norme internazionali ed i regolamenti relativi alle apparecchiature elettriche di controllo industriale (CEI, IEC, EN).

Il prodotto dovrà essere marcato CE in conformità con la Direttiva Bassa Tensione (EN 50178) e Compatibilità Elettromagnetica (EN 61800-3 ambiente 1 e 2).

Il costruttore del prodotto dovrà essere certificato secondo ISO 9002.

La garanzia offerta dovrà essere minimo di 12 mesi a partire dalla data di consegna del prodotto e 24 mesi dalla data di fabbricazione. A richiesta dovrà essere possibile offrire un'estensione del periodo di garanzia a 36 mesi a partire dalla data di consegna del prodotto.

L'inverter dovrà poter essere agevolmente montato a pannello. Tutti i componenti del prodotto dovranno essere facilmente accessibili qualora si presenti la necessità di dover apportare manutenzione allo stesso.

Il prodotto dovrà avere delle macro configurazioni atte a regolare il prodotto in modo semplice e con parametri che si rendono disponibili in funzione della macro configurazione scelta. Dovrà in ogni caso essere consentita agevolmente la modifica delle regolazioni e delle configurazioni.

17.6 CARATTERISTICHE MINIME DI FUNZIONAMENTO RICHIESTE

L'apparecchiatura dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Grado di protezione IP20 con la possibilità di arrivare a IP41 sulla parte superiore, per le taglie prodotto almeno fino a 45kW;

- Temperatura ambiente per funzionamento fino -20°C / +50°C consentito con declassamento della corrente del prodotto massimo del 2% per °C per i calibri da 7,5 a 315 kW;
- Umidità relativa massima: 93% a 40°C senza condensa né gocciolamento;
- Altitudine massima d'impiego 1000m oltre il quale deve essere consentito declassare la corrente;
- Tensioni di esercizio da 400VAC –10% a 460VAC +10%;
- Frequenza di esercizio 50hz ± 5% o 60hz ± 5%;
- Frequenza di uscita 0,1 ÷ 500hz;
- Alimentazione elettronica di potenza ed elettronica di comando isolate galvanicamente;
- Sovracoppia transitoria 110% della coppia nominale motore per 60 secondi;
- Coppia di frenatura 30% della coppia nominale senza resistenza di frenatura;
- Tecnologia con controllo vettoriale di flusso a legge quadratica e funzionamento in regime di risparmio energetico;
- Gamma di velocità 1:10;
- 2 Ingressi analogici (0+10V, 0+20ma) con precisione 1%, linearità 0,5% e campionatura di 4ms
- 4 ingressi logici configurabili con campionatura di 2ms;
- Una uscita analogica con precisione 0,2mA, linearità 0,1mA con campionatura di 2ms;
- 2 uscite logiche a relè (uno di difetto e l'altro configurabile);
- Possibilità di aumentare gli I/O tramite schede opzionali.

17.7 PROTEZIONI MINIME RICHIESTE

- Contro le sovratensioni verso rete > 110% Un Max (550V);
- Contro le sottotensioni verso rete;
- U >=90% Un Min (342V) performance = 100%;
- U>=60% Un marcia degradata (velocità ridotta);
- Contro le microinterruzioni;
- 0 < t < 20 ms: il variatore è insensibile (nessun blocco);
- 0 < t < 20 ms: il variatore è insensibile (nessun blocco);

- t < 500 ms: blocco del variatore e relè di difetto mantenuto per 500 ms. Se la tensione ritorna prima di 500 ms ripresa al volo;
- t > 500 ms: blocco del variatore e caduta del relè di difetto. Arresto controllato del motore su rampa;
- Interruzione di una fase di rete: t > 600 ms, blocco variatore;
- Protezione elettrica del variatore;
- Corto-circuito tra le fasi d'uscita;
- Corto-circuito tra le fasi d'uscita e la terra;
- Corto-circuito sulle uscite delle alimentazioni interne (+10V, +24V);
- Protezione al riscaldamento dell'inverter;
- Sovraccarico di corrente permanente o transitoria I^2 t;
- Impiego del variatore al di là delle temperature di funzionamento;
- Panne del ventilatore del prodotto (termistore sul radiatore);
- Riduzione automatica della frequenza di commutazione;
- Protezione termica indiretta del motore;
- regolazione della corrente termica Ith;
- memorizzazione dello stato termico su interruzione di rete = 40 min;
- calcolo del riscaldamento in funzione della velocità di rotazione;
- soppressione del declassamento legato alla velocità (con servoventilazione);
- soppressione della protezione termica (se la protezione motore è garantita in altra maniera);
- Protezione termica diretta del motore tramite misura della temperatura motore attraverso sonda termica PTC;
- Protezione meccanica;
- Soppressione di una velocità di impiego critica tramite frequenze mascherate;
- Soppressione dei colpi di riavviamento su interruzione di rete tramite ripresa al volo con ricerca della velocità;
- Sicurezza della macchina mediante;
- arresto rapido (rampa di decelerazione /4);
- frenatura controllata su interruzione di rete;
- riduzione della velocità se la coppia è elevata;
- possibilità di inibire il senso inverso di marcia;

- gestione perdita del segnale di riferimento;
- presa in carico di un difetto esterno da ingresso logico;
- limitazione del tempo di marcia a bassa velocità;
- protezione da interruzione di una fase motore;
- Controllo del processo tramite segnalazione su una uscita;
- logica (limite di corrente raggiunto);
- analogica con il controllo della coppia con relativo segno (coppia in accelerazione o in frenatura).

17.8 FUNZIONALITÀ E REGOLAZIONI

- regolazione della corrente nominale motore in base al dato di targa di quest'ultimo.
- regolazione della corrente di limitazione in funzione della regolazione della corrente nominale motore.
- possibilità di regolare le rampe di coppia in accelerazione ed in decelerazione in maniera separata e con un campo di regolazione che vada da 0,05s a min 999 s.
- doppio set di rampe di accelerazione e decelerazione commutabili da ingresso logico o su soglia di frequenza.
- Imitazione della coppia massima all'accelerazione tramite frequenza o potenziometro.
- Possibilità di compensare lo scorrimento per migliorare la precisione di velocità tra vuoto e carico.
- Funzione PI per controllo e regolazione di pressione, portata, livello.
- possibilità di poter effettuare iniezione permanente di CC per evitare l'antirotazione nei ventilatori.
- possibilità di effettuare il riarmo automatico dopo difetto.
- possibilità di fermare il motore se la frequenza scende al di sotto di un certo valore.
- possibilità di alimentare il motore con il miglior rendimento e fattore di potenza possibile (funzione risparmio energetico).
- in presenza di buchi di tensione il prodotto deve eseguire la ripresa al volo.

- possibilità di avere rampe di accelerazione e decelerazione: lineare, U, S.
- Funzione di adattamento limitazione di corrente in funzione della velocità (ventilatori).
- funzione "marcia forzata", soppressione delle protezioni per garantire la marcia forzata del motore e del variatore in applicazioni per l'estrazione fumi d'emergenza.
- riferimento di preset, nella regolazione di processo impostabile direttamente da ingressi logici ed espressi in valore percentuale.

17.9 FUNZIONI DI SORVEGLIANZA

- Indicazioni di stato variatore pronto;
- Indicazione di inverter in avviamento, arresto o frenatura;
- Indicazione di inverter a regime;
- Indicazioni di difetto minime;
- Sovracorrente;
- difetto interno;
- assenza fase;
- sovraccarico motore;
- interruzione collegamento seriale;
- difetto termico motore;
- difetto termico inverter;
- frenatura eccessiva;
- cortocircuito motore;
- difetto sonde PTC (se presenti);
- Informazioni da rendere disponibili verso l’esterno (attraverso Output e/o Analog Output);
- segnalazione di difetto generico;
- segnalazione di frequenza raggiunta;
- segnalazione di preallarme per sovraccarico termico motore;
- segnalazione di motore alimentato;
- segnalazione di soglia di corrente raggiunta;
- immagine della corrente motore;

- immagine della frequenza motore;
- immagine della corrente motore;
- immagine delle rampe accelerazione / decelerazione;
- immagine della coppia motore (con segno);
- consumo di energia motore in kWh;
- tempo di funzionamento variatore.

18 SISTEMI DI RIFASAMENTO AUTOMATICO

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche principali del quadro di rifasamento:

- Tensione nominale 400Vac
- Frequenza nominale 50Hz.
- Tensione circuiti ausiliari: 230Vac.
- Intervallo temperatura di lavoro: -25/+40°C.
- Carpenteria in lamiera di acciaio, protetta contro la corrosione mediante trattamento di fosfatazione e successiva verniciatura a polveri epossidiche di colore RAL7032.
- Installazione per interno, in ambiente non polveroso, al riparo da urti accidentali ed irraggiamento solare, favorendo la ventilazione.
- Tenuta al corto circuito del sistema di sbarratura fino a 50Hz.
- Grado di protezione meccanica esterno quadro: IP30.

In particolare si precisa che i condensatori utilizzati nel quadro dovranno essere del tipo a CARTA BIMETALLIZZTA e avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- elevata resistenza ai sovraccarichi in corrente;
- elevata vita utile rispetto;
- capacità costante nel tempo;
- funzionamento senza problemi anche a temperature di esercizio molto elevate (fino a 85°C);
- elevata tenuta alle correnti di picco, per sopportare un maggior numero di manovre di inserzione/disinserzione rispetto ai condensatori standard;
- elevata tenuta alle armoniche in corrente.

19 GRUPPI ELETTROGENI

Il gruppo elettrogeno sarà dotato di quadro automatico di comando con teleruttori per lo scambio dalla rete di distribuzione alla rete di emergenza.

19.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA AUTOMATICO DI GESTIONE DEL GRUPPO ELETTROGENO.

19.2 PRESTAZIONI

Cosφ: 0.8

Tensione nominale in V: 400V a 50Hz

Funzionamento a: Gasolio

Rumorosità a 7m max. dB: 70

Sistema di avviamento: elettrico a batteria

Tempo di avviamento e presa del primo gradino di carico: < 10 s;

Arresto del gruppo del tipo: ritardato, di un tempo regolabile, dal ripristino di condizioni normali sulla rete ordinaria.

19.3 COMPOSIZIONE DEL GRUPPO ELETTROGENO

N.1 MOTORE Diesel

- avviamento elettrico con motorino ed alternatore carica batterie 12 V
- raffreddamento ad acqua con radiatore meccanico a circuito chiuso
- serie allarmi e stop per ATM - BPO (alta temperatura acqua motore - bassa pressione olio motore)
- pompa estrazione olio dalla coppa
- liquido antigelo
- olio di primo riempimento
- arresto motore
- scaldiglia di preriscaldo acqua motore
- pulsante arresto emergenza

- protezioni meccaniche e termiche

N.1 ALTERNATORE sincrono di primaria marca nazionale, autoventilato, autoeccitato con eccitatrice a diodi rotanti senza spazzole (brushless) e regolatore di tensione statico.

- *Velocità' 1500 giri/1'*
- *Tensione 400 V trifase con neutro accessibile*
- *Morsetti 6*
- *Frequenza 50 Hz.*
- *Classe isolamento H*
- *Protezione antidisturbo radio grado G*
- *Protezione meccanica IP 21 minimo*
- *Forma costruttiva B2 - monosupporto*

N.1 SERIE di supporti elastici (anti vibrazione) posti tra motore/alternatore e basamento.

N.1 SERIE di golfari di sollevamento, e tasche per sollevamento con elevatore

N.1 SERIE di Maniglie e cerniere in acciaio inox

N.1 BASAMENTO in acciaio saldato e verniciato sul quale sono montati e connessi motore ed alternatore in accoppiamento monosupporto.

N.1 SERBATOIO combustibile con tappo a chiave, incorporato nel basamento

È compreso il bacino di contenimento delle perdite del gasolio.

N. 1 IMPIANTO ELETTRICO DEL MOTORE realizzato con cavi non propaganti l'incendio (norma CEI 20-22 II) inseriti in tubo di polipropilene modificato: resistente agli acidi, elevata resistenza termica fino a +135°C con massima temperatura di impiego a breve fino a +150°C, elevata resistenza alle deformazioni termiche. Cavi batterie ed alimentazione principale realizzata con cavi a doppio isolamento non propaganti l'incendio e contenuta

emissione di gas corrosivi in caso d'incendio (norma CEI 20-22 II e 20-37 I). L'impianto elettrico viene sottoposto a prove e verifiche con emissione del certificato

di prova in conformità alla norma EN 60204-1: Continuità del circuito di protezione, Resistenza di isolamento, Tensione 1kV e prova funzionale.

N.1 SERIE DI BATTERIE di accumulatori al piombo senza manutenzione (montate sul gruppo) per l'avviamento del motore con elettrolito fornito separato.

N. 1 CABINA INSONORIZZATA, idonea per esterno, in esecuzione monoblocco, in lamiera di acciaio verniciata rivestita all'interno con materiale fonoassorbente in classe "**1**" di reazione al fuoco, con rumorosità residua di **70**(0/+5) dB(A) a **7** m misurato in campo libero secondo le norme ISO STANDARD.

La cabina è provvista di adeguate porte laterali per la normale manutenzione del motore e di porta posteriore con oblò di accesso al quadro montato all' interno della cofanatura. Sul corpo del cofano, nella parte laterale posteriore, sono ricavati i silenziatori di entrata dell'aria, rivestiti anch'essi all'interno con materiale fonoassorbente e completi di rete antitopo. L'uscita dell'aria dalla cabina è in posizione radiale anteriore con filtro espulsione anch'esso insonorizzato.

N. 1 MARMITTA insonorizzata per i gas di scarico, del tipo RESIDENZIALE, montata all'interno della

cofanatura, su vano dedicato, con uscita anteriore radiale.

VERNICIATURA STANDARD: cabina Grigio RAL 7042 – basamento Grigio RAL 7016

N.1 QUADRO ELETTRICO, comprensivo di commutazione rete – gruppo fornito in un 'unico quadro separato dal GE che consente di ottenere l'erogazione di energia elettrica entro pochi secondi dalla mancanza della tensione di rete. Realizzato in carpenteria di acciaio, verniciato con polvere epossidica ad alta resistenza.

DESCRIZIONE DEL FRONTALE DEL QUADRO ELETTRICO

- *display a tre cifre per visualizzazione misure, allarmi, messaggi ed errori.*
- *tasti di selezione del modo di funzionamento OFF-MAN-AUT-TEST.*
- *tasto di selezione della visualizzazione e di reset allarmi SELECT-RESET.*
- *tasti di avviamento e di arresto START-STOP.*
- *tasti per la commutazione dei teleruttori rete e gruppo in modo manuale. NET-GEN.*

- *led di segnalazione del modo di funzionamento selezionato. OFF-MAN-AUT-TEST.*
- *led di indicazione della visualizzazione selezionata, NET-GEN-FREQ-BATT-HOURS.*
- *led di indicazione di motore in moto.*
- *led di indicazione della presenza di tensione di rete e indicazione della relativa tensione di linea visualizzata, L1-L2, L2-*
- *L3, L3-L1, L-N.*
- *led di indicazione della presenza di tensione di gruppo e indicazione della relativa tensione visualizzata.*

MISURE VISUALIZZATE SUL DISPLAY DEL QUADRO

- *tensione di rete concatenata e di linea L1-L2, L2-L3, L3-L1, L-N.*
- *tensione concatenata di gruppo L1-L2*
- *frequenza di gruppo*
- *tensione batteria*
- *ore di servizio*

APPARECCHIATURE DI COMPLETAMENTO SUL FRONTE QUADRO

- Amperometro di linea gruppo
- Pulsante di arresto emergenza
- Sirena acustica

SERVIZI AUSILIARI

Il quadro deve comprende i dispositivi per il mantenimento delle condizioni ottimali del gruppo:

- Carica batterie automatico limitato in tensione e corrente;
- Circuito alimentazione preriscaldo motore.

SET DI PROTEZIONI - La sorveglianza del gruppo avviene tramite le seguenti protezioni:

- Bassa pressione olio
- Alta temperatura motore

- Basso livello combustibile
- Mancato avviamento
- Bassa tensione batteria
- Alta tensione batteria
- Avaria alternatore caricabatteria
- Anomala tensione generatore (minima e massima)
- Massima frequenza generatore e Fuori giri
- Minima frequenza
- Sovraccarico gruppo elettrogeno (solo se presente interruttore aut. Gruppo)
- Mancato arresto motore
- Arresto di emergenza
- Arresto imprevisto
- Richiesta manutenzione

L'intervento di una protezione dovrà essere segnalato sul display dal codice identificativo e da un indicatore acustico.

Per situazioni di particolare pericolo, si ha inoltre: Blocco della apparecchiatura, con stacco del gruppo dall'utenza e predisposizione per l'inserzione della rete al ritorno di quest'ultima, comando di arresto del motore ed inibizione del funzionamento automatico. La segnalazione permane fino a quando non viene effettuata l'operazione di ripristino con l'apposito pulsante di RESET.

SISTEMA DI INTERFACCIAMENTO CON SUPERVISORE IMPIANTO

Dovrà essere possibile l'integrazione del controllo del gruppo elettrogeno nel sistema di supervisione dell'impianto; tale integrazione dovrà avvenire attraverso porta seriale RS485 con protocollo Modbus presente nel quadro elettrico di controllo del gruppo elettrogeno, tramite la quale si potrà interfacciare il gruppo con il sistema di supervisione dell'impianto.

Inoltre saranno acquisiti come ingressi digitali del sistema di supervisione almeno i seguenti segnali:

- Comando arresto di emergenza esterno;
- Contatto pulito di gruppo in avaria.

Sono compresi anche i cavi di collegamenti per i segnali sopra riportati.

19.3.1 ARRESTO DI EMERGENZA

Il quadro controllo del GE dovrà essere predisposto per ricevere un segnale NA per l'arresto del GE, su comando d'apertura generale. Sul quadro di controllo del gruppo dovrà essere presente un pulsante per l'arresto d'emergenza. Un secondo pulsante, entro cassetta con vetro frangibile, dovrà essere fornito ed installato all'esterno del cabinato del GE.

19.4SERBATOIO DI STOCCAGGIO INTERRATO

Il serbatoio interrato è previsto solo se presente negli elaborati progettuali.

Il serbatoio sarà interrato e posizionato all'esterno del locale ove risiede il GE a circa 1,5 m; avrà la capacità indicata sugli elaborati di progetto. La costruzione sarà del tipo a cisterna a doppia parete, realizzato in lamiera d'acciaio saldata, con rivestimento esterno in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro (spessore del rivestimento ≥ 3mm).

L'intercapedine sarà costantemente controllata da un dispositivo automatico di controllo perdite, con allarme da portare a distanza. Sarà munito di passo d'uomo di dimensioni non inferiori a 70 x 70 cm, dotato di pozzetto con chiusino carrabile, e completo di:

- raccordo di riempimento, con dispositivo omologato limitatore di carico al 90%;
- raccordo per il collegamento della mandata combustibile al serbatoio di servizio;
- raccordo per il collegamento del ritorno "troppo pieno" dal serbatoio di servizio;
- raccordo per il collegamento della tubazione di sfiato;
- galleggiante per segnalazione del minimo livello;
- asta metrica;
- tabella di ragguaglio;

- trasmettitore per l'indicazione continua del livello, segnale d'uscita 4 ÷ 20 mA, ³ 750 ;
- indicatore di livello da installare nel quadro di comando GE;
- disegni del serbatoio, oltre a quelli esecutivi per le opere civili e per l'installazione delle tubazioni;
- certificato di collaudo di prova a pressione
- Con riferimento alla Circolare del Ministero dell'Interno, Ispettorato Prevenzione Incendi, n° 73

19.5SERBATOIO DI STOCCAGGIO DA ESTERNO

Il serbatoio sarà del tipo da esterno e posizionato all'esterno del locale ove risiede il GE a circa 1,5 m; avrà la capacità indicata sugli elaborati di progetto.

Il serbatoio di stoccaggio dovrà essere conforme al DM. 22-11-2017 del ministero dell'interno. Il serbatoio dovrà essere appositamente progettato e realizzato per lo stoccaggio e l'alimentazione dei gruppi elettrogeni.

Il serbatoio sarà del tipo a sviluppo orizzontale, dotato di quattro piedi di appoggio. La cisterna dovrà essere saldata con procedimenti automatici di saldatura al fine di garantire il massimo livello di sicurezza in termini di tenuta, trattata con due strati di antiruggine e due strati di smalto. La cisterna dovrà essere collaudata a tenuta alla pressione di 1 bar.

DOTAZIONI MINIME:

- passo d'uomo superiore del diametro di almeno 400 mm ed attacco superiore destinato al carico del combustibile con ghiera avente la possibilità di essere chiusa ermeticamente
- taglia fiamma superiore con reticella
- N° 2 manicotti da 1" destinati all'aspirazione ed al ritorno
- ghiera con attacco rapido di carico da 3" lucchettabile
- sfiato con reticella rompifiamma
- indicatore di livello meccanico, visibile esternamente con tubo di protezione interno per il galleggiante
- scarico di fondo da 1" per eventuali pulizie periodiche con tappo di sicurezza

- manicotto da 1" posizionato a 10 cm dallo scarico di fondo per eventuale aspirazione dal basso dotato di valvola di fondo
- attacco di messa a terra ed equipotenziale
- Valvola di troppo pieno tarata al 90% del grado di riempimento
- Bacino di contenimento, interamente realizzato in S235JR predisposto per l'inserimento di montanti opportunamente bullonati che consentono il fissaggio del tetto. Progettato in proporzione alla capacità del serbatoio con dimensioni pari al 110% del contenuto del serbatoio, in conformità con i requisiti di sicurezza di D.M. 22.11.2017. Completo di punto di collegamento a terra e valvola a sfera di uscita per spurgo in caso di manutenzione. La struttura dovrà essere rivestita con due mani di primer epossidico e successivamente, dopo fosfatazione, dovrà essere verniciata con due strati di finitura poliuretanica bicomponente lucida.
- Tetto protettivo, completo di 4 montanti verticali e telaio superiore zincato; ferro ondulato zincato, per proteggere il serbatoio dagli agenti atmosferici.

19.6IMPIANTO DI RABOCCO AUTOMATICO

Il sistema di rabbocco sarà presente solo se nel progetto è stato previsto l'utilizzo di un serbatoio esterno.

Per il rifornimento di combustibile, deve essere previsto un sistema automatico e manuale che prelevi il gasolio dal serbatoio di stoccaggio e l'invii a quello di servizio, incorporato con il motore. Tale sistema prevede un quadro di alimentazione e controllo, alimentato direttamente dalla linea del gruppo; pertanto, è attivato solo quando il gruppo è in servizio. La logica di controllo è alimentata dalla batteria del gruppo.

Il gruppo di pompaggio è dotato di un'elettrovalvola d'intercettazione del gasolio, comandata dal massimo livello assoluto del serbatoio di servizio. Il quadro deve riceve i segnali di livello del serbatoio di servizio: massimo assoluto, massimo operativo e minimo operativo.

L'impianto comprende essenzialmente:

- Elettropompa rotativa autoadescante di tipo volumetrico

- Elettrovalvola di intercettazione del flusso di caricamento del serbatoio
- Interuttore galleggiante a quattro livelli per avviamento,min/max e arresto montanti sul serbatoi
- Quadro di comando con possibilità di gestione manuale del rabbocco e allarme ottico di livello min/max.

Caratteristiche pompa:

- Elettropompa rotativa autoadescante di tipo volumetrico a palette per travaso di gasolio, equipaggiata con valvola di by-pass
- Motore asincrono trifase, a 2 poli di tipo chiuso (classe di protezione IP55), autoventilato, direttamente flangiato al corpo pompa
- Filtro di aspirazione ispezionabile

20 GRUPPI DI CONTINUITA' IN CORRENTE ALTERNATA

20.1 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO

20.1.1 CONDIZIONI AMBIENTALI

Il fornitore deve essere responsabile per il corretto dimensionamento dell'apparecchiatura elettrica e per l'adeguata sezione dei materiali, in accordo con le condizioni ambientali riportate nella relazione tecnica.

20.1.2 DISPOSITIVI DI ALIMENTAZIONE

Se non diversamente specificato, ciascun'unità deve avere due dispositivi di alimentazione differenti a 400V trifase - 50 Hz con neutro direttamente a terra. Le variazioni di tensione non devono eccedere ± 10% mentre le oscillazioni di frequenza non devono superare ± 5%. La fornitura deve includere anche un commutatore automatico di trasferimento sull'alimentazione entrante progettata per operare in caso di perdita di tensione perdurante per più di 2 secondi.

20.2 ASPETTI TECNICI

Il sistema UPS in C.A. deve essere normalmente composto da:

- Due ingressi con sistema automatico di trasferimento
- Un raddrizzatore
- Un gruppo batterie
- Un inverter
- Un commutatore statico con by-pass manuale
- Un trasformatore di back-up con regolatore automatico di tensione
- Un pannello di distribuzione

Quando richiesto, deve essere fornito un secondo raddrizzatore, delle medesime caratteristiche del primo.

20.2.1 GENERALITÀ

L'unità deve essere progettata per servizio continuo ad alta disponibilità. Esse devono fornire potenza senza interruzioni e senza transitori, sotto tutte le condizioni operative. Nel funzionamento normale, il carico deve essere alimentato dagli inverter attraverso il commutatore di trasferimento automatico. In caso di totale perdita della rete a monte oppure guasto del raddrizzatore, la batteria deve alimentare l'inverter senza interruzione per permettere di mantenere il carico nominale per un periodo di autonomia fissato. Una perdita della fornitura di potenza primaria non deve causare nessuna caduta di tensione eccedente i valori fissati. Il carico deve essere automaticamente trasferito dal sistema raddrizzatore/batteria/inverter al trasformatore di back-up quando avviene una delle condizioni seguenti:

- Guasto dell'inverter;
- Perdita di alimentazione all'inverter (batteria scarica o fuori servizio).

Il trasferimento deve essere svolto da un commutatore statico, senza interruzioni di tensione. Quando l'inverter è di nuovo in grado di alimentare il carico, deve essere sincronizzato con la rete principale e, dopo aver raggiunto la sincronizzazione, il carico deve essere commutato dalla rete all'inverter dal commutatore statico, senza interruzione di tensione. Il carico in c.a. principalmente consisterà in strumentazioni, solenoidi, raddrizzatori, luci di segnalamento, relè. E altri carichi non lineari con fattore di potenza fino a 0.3 e distorsione fino a 5%.

Devono essere forniti degli allarmi sul pannello, per segnalare almeno:

- Allarmi dei guai principali:
  - Guasto dispositivo di alimentazione;
  - Guasto raddrizzatore;
  - Guasto a terra sulla sbarra di distribuzione in c.a.;
  - Batteria in funzionamento.
- Allarmi dei guai minori:
  - Tensione della batteria bassa;
  - Guasto dell'inverter;
  - Guasto del commutatore statico;

- Guasto a terra sul lato c.c.;
- Carico alimentato dal trasformatore di back-up;
- Sgancio degli interruttori della distribuzione;
- Contatti di scambio adatti per la connessione remota.

Devono essere fornite nel pannello appropriate luci di segnalazione per indicare almeno:

- posizione aperta/chiusa dei commutatori statici e degli interruttori e contattori montati internamente;
- stato On/Off del raddrizzatore e dell'inverter.

Devono essere forniti sul pannello adeguati strumenti per indicare, almeno:

- Tensione, frequenza e corrente dei conduttori entranti;
- Corrente di uscita del raddrizzatore;
- Tensione e corrente della Batteria (+/-);
- Tensione, frequenza e corrente dell'inverter lato uscente;
- Tensione, frequenza e corrente sul lato uscente del trasformatore.

20.2.2 RADDRIZZATORE

Il raddrizzatore deve essere di tipo statico, preferibilmente raffreddato in aria. Devono essere usati componenti del tipo a spina per rendere più semplice possibile la sostituzione dei componenti nel raddrizzatore. Tutte le apparecchiature ed i componenti devono essere dimensionati per il funzionamento continuo. Il raddrizzatore, in condizioni normali, deve fornire simultaneamente la potenza necessaria all'inverter e alla corrente di mantenimento della batteria. In ogni caso il raddrizzatore deve essere dimensionato per fornire simultaneamente la potenza necessaria all'inverter e alla corrente di mantenimento della batteria al carico indicato (considerando efficienza dell'inverter) e la potenza per la ricarica della batteria dalla condizione di scarica al 90 % della capacità nominale in non più di 8 ore.

Nelle unità con raddrizzatori ridondanti, ciascuno deve essere dimensionato per alimentare il 50% del carico.

I due raddrizzatori devono essere regolati indipendentemente. Devono essere istallati diodi di blocco o altre apparecchiature per comandare il trasferimento da un raddrizzatore all'altro dell'energia entrante, in caso di guasto. In caso di guasto di guasto di un raddrizzatore, quest'ultimo deve essere automaticamente isolato mentre l'altro deve alimentare l'intero carico senza interruzioni.

La durata della corrente di breve durata non deve essere inferiore di 1 secondo. A meno di diversa indicazione, la temperatura massima virtuale della giunzione dei componenti di potenza (diodi e/o tiristori), sotto le più severe condizioni operative, non deve essere superiore a 125 °C. Il raddrizzatore è deve essere equipaggiato completo di fusibili e sezionatori su entrambi i lati di ingresso e di uscita, propriamente scelti per il normale funzionamento e per lo scatto sotto condizioni critiche. In aggiunta, a meno di diversa indicazione, il pannello del raddrizzatore deve essere equipaggiato con fusibili e commutatori di carico sui circuiti di connessione delle batterie.

20.2.3 REGOLAZIONE DELLA TENSIONE

La corrente continua uscente deve essere regolata all'interno del ± 2%, sotto le summenzionate modalità di alimentazione e con una variazione di carico da 0 a 100%.

Il valore efficace del ripple della tensione di uscita non deve superare il 5%; in ogni caso di funzionamento prolungato, la forma d'onda della tensione uscente non deve danneggiare la batteria connessa, persino in caso di prolungato funzionamento con carico insignificante. Quando la tensione di ingresso scende sotto l'80 % del valore nominale, le variazioni di tensione di uscita del raddrizzatore devono essere controllate ad un valore che almeno prevenga l'inizio della scarica della batteria.

20.2.4 LIMITAZIONI DI CORRENTE

I raddrizzatori devono essere equipaggiati circuiti limitatori regolabili capaci di:

- Permettere alla batteria di fornire il carico di picco eccedente la portata del raddrizzatore;
- Permettere la ricarica della batteria con correnti non eccessive quando la batteria è completamente scarica;
- Permettere, in caso di unità con raddrizzatori ridondanti, il funzionamento dei raddrizzatori in parallelo senza pendolazioni.

20.2.5 FUNZIONAMENTO DEL RADDRIZZATORE

Il raddrizzatore deve essere in grado svolgere le seguenti operazioni:

- carica di mantenimento;
- ricarica;
- innalzamento della carica.

La commutazione dalla condizione di mantenimento a quella di ricarica e viceversa deve essere automatica, in base alla tensione della batteria e dalla corrente richiesta dalle batterie.

Tale operazione deve essere possibile effettuarla anche manualmente. L'operazione di aumento della carica deve essere solamente manuale con la regolazione del tempo e della tensione. Tutte le operazioni di carica del raddrizzatore devono essere indicate sul pannello.

20.2.6 FUNZIONAMENTO A LIVELLO DI MANTENIMENTO

La carica di mantenimento dev'essere ottenuta con l'applicazione alle batterie di una tensione costante di uscita dal raddrizzatore. Il valore di tensione deve essere in sintonia con le caratteristiche elettriche delle batterie e deve essere stabilizzata al ± 2% del valore del gruppo.

Se non altrimenti specificato i livelli di tensione del livello di mantenimento deve essere:

- 1.4 V/el per batterie al NiCd;
- 2.27 V/el per batterie al piombo.

Il punto di funzionamento deve essere regolabile entro il ± 5% di quello nominale.

20.2.7 OPERAZIONE DI RICARICA

L'operazione di ricarica deve automaticamente ripristinare la capacità della batteria, dalla condizione di parziale scarica al 100% della capacità nominale, ogni volta che la batteria è chiamata ad alimentare il carico. La ricarica deve avvenire mediante un ciclo a due fasi, relativamente al livello attuale di carica delle batterie. La prima fase (fase a corrente costante) deve essere eseguita fino al 70-80% della capacità nominale della batteria mentre la seconda fase (fase a tensione costante) deve essere eseguita oltre il 70-80% della portata nominale. Durante la fase a corrente nominale, la tensione sarà incrementata fino al valore di ricarica. Durante la fase a tensione nominale, la tensione rimarrà costante al valore massimo mentre la corrente diminuirà. La fase di ricarica e quella di mantenimento devono essere automaticamente selezionate dal raddrizzatore sulla base del valore della resistenza interna della batteria. Quando l'operazione di ricarica è finita, il raddrizzatore è automaticamente commutato alla condizione di mantenimento della carica.

Sotto le modalità tipiche di fornitura di potenza su specificate, la corrente e la tensione devono essere stabilizzate e controllate come segue:

- stabilizzazione a corrente costante: ±3%;
- stabilizzazione a tensione costante: ±2%;
- controllo a corrente costante: ±15%;
- controllo a tensione costante: ±15%.

Se non altrimenti indicato, i livelli di tensione di ricarica devono essere:

- 1.55 V/el per batterie NiCd;
- 2.40 V/el per batterie al piombo.

20.2.8 OPERAZIONE DI AUMENTO DELLA CARICA.

L'operazione di aumento della carica deve ricaricare manualmente la batteria, completamente scaricata, in massimo 8 ore. L'operazione d'aumento della carica deve essere eseguita solamente durante la prima carica delle batterie e durante il periodo di manutenzione. L'aumento della carica deve essere del tipo a corrente

costante con la tensione che deve aumentare sino al valore nominale. La corrente deve essere manualmente regolabile.

Se non altrimenti indicato i livelli di tensione di ricarica devono essere:

- 1.65 V/el per batterie NiCd;
- 2.70 V/el per batterie al piombo.

La stabilizzazione deve essere ottenuta con sistemi appropriati.

L'operazione di aumento della carica deve essere normalmente eseguita manualmente con il carico disconnesso. Quando il carico elettrico non è distaccato, per ragioni di sicurezza, il raddrizzatore deve essere fornito di celle per la compensazione della caduta di tensione.

20.2.9 BATTERIE

Le batterie devono avere una capacità e un numero di celle dimensionato per alimentare l'inverter per il tempo di autonomia richiesto. Persino se il distributore del sistema UPS in c.a. non fornisce il gruppo batterie, il fornitore deve essere responsabile del suo dimensionamento.

20.2.10 INVERTER CC/CA

L'inverter deve essere fabbricato con componenti statici con ventilazione naturale. Solo quando necessaria deve essere usata la ventilazione forzata.

20.2.10.1 FUNZIONAMENTO SOTTO CONDIZIONI DI REGIME PERMANENTE

TENSIONE DI USCITA

La variazione massima della tensione di uscita consentita deve essere ± 2% del valore nominale per qualsiasi carico tra 0 e 100% del carico nominale.

La tensione deve essere regolabile manualmente mediante potenziometro nel campo ± 5%.

FREQUENZA DI USCITA

La variazione massima consentita della frequenza di uscita deve essere del ± 1% del valore nominale. La frequenza deve essere regolabile manualmente nel campo del ± 2%.

FORMA D'ONDA

La forma d'onda della tensione di uscita deve essere sinusoidale. La massima distorsione armonica consentita (con carichi lineari) deve essere:

- la distorsione massima inferiore al 5% (valore efficace)
- il valore efficace di qualsiasi armonica inferiore a 3%

20.2.10.2 FUNZIONAMENTO SOTTO REGIME TRANSITORIO

L'inverter deve essere capace di resistere a variazioni istantanee del ± 100% del carico nominale, senza che la variazione della tensione d'uscita oltre il 25% del primo ciclo e oltre il 15% durante i successivi 3. La tensione di uscita deve recuperare il valore nominale con il ± 5% entro 100 millisecondi. Le variazioni della frequenza d'uscita devono essere limitate a ± 1% del valore nominale in tutte le condizioni operative.

20.2.10.3 SOVRACCARICO

L'inverter deve essere adatto a sopportare un sovraccarico di almeno il 10% per minimo 15 minuto e del 25% per 1 minuto.

20.2.10.4 SINCRONIZZAZIONE

L'inverter deve essere completo di un dispositivo automatico di regolazione, per mantenere la frequenza uscente entro ± 5 gradi del segnale di riferimento esterno (a valle del trasformatore di back-up) In caso di guasto del riferimento esterno, l'inverter deve mantenere la frequenza fissata sulla base di un riferimento interno, fino a quando il riferimento estremo è ripristinato. Se la frequenza di riferimento esterno eccede il ± 2% (1 Hz) di variazione rispetto il valore nominale, l'inverter deve commutare sul riferimento interno.

20.2.11 COMMUTATORE STATICO CON BY-PASS MANUALE

Il commutatore statico deve essere allo stato solido e deve assicurare il trasferimento del carico senza interruzioni di tensione.

20.2.12 TRASFORMATORI

I trasformatori devono essere del tipo a secco e adatti per l'installazione all'interno d'armadi rivestiti di metallo. In generale devono essere forniti con gradini per aggiustamenti sul campo.

20.2.13 REGOLATORE DI TENSIONE

A valle del trasformatore deve essere fornito un adeguato regolatore automatico di tensione di tipo statico.

20.2.14 PANNELLO DI DISTRIBUZIONE

La fornitura deve includere il pannello di distribuzione dei conduttori.

Quest'ultimo deve essere equipaggiato con interruttori in miniatura ad azione diretta con dispositivi di sgancio magneto termici contatti ausiliari per segnalazione e allarme.

Il fornitore deve avere cura del coordinamento delle protezioni, per avere la completa selettività del sistema.

20.3 RICHIESTE COSTRUTTIVE

La scelta dei componenti deve essere fatta in base al funzionamento continuo e deve assicurare un'alta affidabilità ed efficienza dell'intero sistema.

20.3.1 PANNELLI

I pannelli devono essere del tipo protetto in metallo adatto per essere montato sul pavimento, contro una parete.

I pannelli devono essere chiusi e protetti contro la polvere, acqua (protezione contro il gocciolamento), animali e/o altri corpi estranei (IP 31minimo). Gli sportelli devono essere fissati con bulloni, con rondelle resistenti alla corrosione e all'invecchiamento

e con maniglia e lucchetto completo con chiave. La messa a terra degli sportelli deve essere fatta mediante una treccia flessibile di rame. I pannelli devono avere una struttura autoportante rigida e indeformabile, fatta di lastre di acciaio e scomparti fatti di lastre saldate o imbullonate. Lo spessore delle lastre dei supporti deve essere almeno di 2 mm.

I pannelli devono essere forniti con un basamento in acciaio (completo di bulloni di ancoraggio) e devono essere fissati al pavimento. Tutte le parti metalliche dei pannelli devono essere adeguatamente trattate per prevenire la corrosione e il deterioramento della vernice. I pannelli devono essere ampiamente dimensionati per permettere l'installazione delle varie apparecchiature occupando il minimo spazio. Deve, inoltre essere riservato un 20% dello spazio disponibile per eventuali sviluppi futuri. L'accesso alle apparecchiature deve avvenire da di fronte il pannello, permettendo una facile e rapida ispezione e/o manutenzione. La separazione tra le apparecchiature deve essere fornita mediante divisori di metallo o plastica. In particolare la segregazione da ciascuna delle altre apparecchiature deve essere fornita per le seguenti:

- Raddrizzatore;
- Inverter e commutatore statico;
- Relè ed ausiliari;
- Pannello di distribuzione;
- Trasformatori;
- piattine terminali di cavi esterne.

Tutte le normali operazioni devono essere svolte al di fuori dai pannelli.

20.3.2 CIRCUITI AUSILIARI E DI POTENZA

I conduttori devono essere di rame elettrolitico e, eccetto per le logiche di controllo elettroniche, devono essere isolati per una tensione nominale non inferiore a 450/750 V.

I materiali isolanti devono essere del tipo a resistenti alla fiamma. I conduttori dei circuiti ausiliari devono essere del tipo flessibile; quelli connessi alle apparecchiature

montate sullo sportello del quadro devono essere del tipo extraflessibile. Tutti i conduttori di potenza, protezione e circuiti di misurazione della corrente trasportata devono avere una sezione minima di 2,5 mm^2. Tutti gli altri conduttori, eccetto quelli delle logiche di controllo elettroniche, devono avere una sezione minima di 1,5 mm^2.

I fili devono essere marcati a ciascun'estremità con anelli riportanti il numero indicato sul progetto. I circuiti ausiliari devono correre, per quanto possibile, lontano da apparecchiature scoperte e parti calde.

20.3.3 TERMINALI

I terminali devono essere adatti per il tipo e il materiale dei conduttori e/o cavi previsti.

I terminali devono essere di melamina o altra plastica ad alta densità, deve essere del tipo senza perdite e deve essere contrassegnata come indicato nel progetto.

Ciascun filo deve finire su una propria terminazione.

Le piattine terminali devono avere un numero di terminazioni non inferiori al 120% di quelle usate.

Ciascuna piattina dei terminali deve essere fornita con una targhetta mostrante gli appropriati marchi come mostrato sui progetti. I circuiti entranti ed uscenti devono essere connessi a piattine terminali, non è accettabile la connessione diretta dei cavi esterni ai componenti.

I terminali devono essere istallati dentro il quadro, in una posizione facilmente accessibile per permettere l'ispezione, l'estrazione e la connessione dei cavi. Devono essere forniti degli impianti di supporto adeguato per cavi, in modo di evitare la trasmissione di sollecitazioni meccaniche di trazione ai terminali. Se non diversamente specificato, i cavi devono entrare nel quadro dal basso.

20.3.4 STRUMENTI DI MISURA

Gli strumenti di misura devono essere del tipo incassato squadrato con scala antiparallellasse, classe 1.5.

20.3.5 RELÈ DI PROTEZIONE E SEGNALAMENTO

Devono esserne forniti in numero e tipo tali da assicurare il funzionamento corretto dell'unità sotto le condizioni normali e di guasto. I Relè devono essere completati con allarmi locali e contatti per la segnalazione remota. Tutte le luci di segnalazione devono essere provviste con pulsanti per provare la relativa lampadina.

20.3.6 INTERRUTTORI E SEZIONATORI

Gli interruttori dovrebbero essere del tipo incassato o miniaturizzato, comandati dal pannello, preferibilmente del tipo a spina. I sezionatori debbono consistere in interruttori privati del relè magneto-termico. I sezionatori a fusibile devono essere dotati di un relè ausiliario collegato al fusibile, che opererà quando, con il sezionatore chiuso, c'è un guasto sul lato terminale del sezionatore.

20.3.7 MESSA A TERRA

Il quadro deve essere dotato di una sbarra di terra di almeno 95 mm^2.

20.3.8 RESISTENZE ANTICONDENSA (SPACE HEATERS)

Ciascuna sezione verticale deve essere fornita con resistenze anticondensa per prevenire la condensazione, capace di mantenere la temperatura circa 5°C sopra la temperatura esterna.

Le resistenze anticondensa (Space heaters) devono essere poste da non influenzare il corretto funzionamento dei componenti sensibili alla temperatura.

Tutte le resistenze anticondensa devono essere alimentate a 230 V tramite con un interruttore o un contattore controllato da un sensore di temperatura.

Ciascuna resistenza anticondensa deve essere provvista di un fusibile.

20.3.9 TARGHE

Il quadro dell'unità deve essere fornito con le seguenti targhette.

- Targhetta con il codice di identificazione;
- Targhetta con il nome del fornitore;

- Targhetta con il codice di identificazione dei conduttori;
- Targhetta con il codice di identificazione di dispositivi di allarme, controllo e segnalazione.

Le targhette devono essere fatte di plastica laminata, con caratteri neri su sfondo bianco. Tutte le targhette vanno assicurate con viti.

20.3.10 FINITURA

Tutte le parti metalliche dei quadri devono essere trattate adeguatamente, per prevenire la corrosione e il deterioramento della vernice. In assenza di uno proposto dal costruttore, il ciclo di trattamento deve consistere sgrassamento, decappazione, fosfatizzamento passivizzazione e levigatura dei pannelli. Deve essere data una mano di antiruggine. Le superfici esterne devono a quel punto ricevere strati di smalto resistente a olio e umidità; le parti interne uno strato di vernice speciale anticondensa.

Rondelle, viti e bulloni devono essere placcate di stagno o cadmio: non è accettabile l'uso di vernici come protezione anticorrosione.Le parti metalliche mobili e quelle soggette ad attrito devono essere protette con grasso antiruggine.

21 MOTORI

21.1 PREMESSA

Scopo del presente paragrafo è quello di definire i requisiti minimi richiesti per la fornitura di motori elettrici asincroni.

Per quanto non espressamente indicato si rimanda alle Normative e Pubblicazioni vigenti ed alla documentazione tecnica di progetto.

21.2 DEFINIZIONI

MOTORE PROTOTIPO

È un motore che:

- ha dati nominali, prestazioni e caratteristiche costruttive, uguali con le tolleranze ammesse, a quelle dei motori oggetto della fornitura;
- fa parte della fornitura in oggetto, oppure non ne fa parte ma è stato costruito utilizzando le stesse metodologie di lavorazione dei motori oggetto della fornitura;
- ha superato con esito positivo il collaudo di tipo.

MOTORE DI SERIE

È un motore che fa parte di una serie di molti motori costruiti utilizzando una stessa metodologia di lavorazione e controllo standardizzato dal Fornitore e che:

- dispone di un prototipo;
- ha dati nominali, prestazioni e caratteristiche costruttive uguali a quelli degli altri motori della serie con le tolleranze ammesse ed i dati di cui sopra sono riportati su un catalogo o pubblicazione del Fornitore.

MOTORE SIMILE

È un motore che ha dati nominali, prestazioni e caratteristiche costruttive, solo in parte diverse da quelle di altri motori di cui esiste il prototipo.

21.3AMBIENTE OPERATIVO

Se non diversamente indicato, i motori saranno previsti per operare con temperatura massima dell'aria 40 °C, altitudine di installazione fino a 1000 m s. l m.

21.4REQUISITI FUNZIONALI

21.4.1 SERVIZIO E CARATTERISTICHE NOMINALI

Se non diversamente specificato i motori e i relativi accessori dovranno essere adatti per servizio continuo, S1 e la classe assegnata delle caratteristiche nominali sarà del tipo "PER SERVIZIO CONTINUO" (secondo le CEI EN 60034-1).

Le tolleranze ammesse per le caratteristiche nominali dovranno rientrare nei limiti previsti dalla Norma CEI EN 60034-1.

21.4.2 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO

La coppia nominale (Nm) dovrà essere fornita dal motore in tutto l'ambito di variazioni combinate di ± 2% della frequenza nominale e di ± 5% della tensione nominale salvo prescrizioni più restrittive.

Nel caso di funzionamento continuo ai limiti estremi di tensione sopra indicati, i limiti di temperatura possono essere superati secondo quanto indicato dalle Normative di riferimento.

Il metodo di avviamento sarà indicato negli elaborati progettuali. In mancanza di indicazioni sarà assunto il metodo diretto (DOL) a piena tensione.

Le caratteristiche di avviamento dei motori asincroni trifasi a gabbia, ad una sola velocità, a 50 Hz e per tensioni di alimentazione inferiori o uguali a 1000 V saranno conformi a quanto previsto dalla Norma CEI EN 60034-12.

Per i motori a tensione superiore a 690 V, la corrente di avviamento sarà limitata ai seguenti valori:

- 550% di In per motori veloci (2 poli);
- 500% di In per motori a 4 poli o più.

La coppia motrice in avviamento sarà tale da consentire l'avviamento dei motori anche con tensione ai morsetti di:

- 80%Un per motori fino a 690 V;
- 85% Un per motori oltre 690 V.

Se non altrimenti specificato i motori dovranno consentire il seguente numero di avviamenti/ora:

- N.3 uniformemente distribuiti a partire dalla temperatura di regime;
- N.3 consecutivi a partire da temperatura ambiente, più 1 dopo 30 minuti per motori fino a 1500 kW;
- N.2+1 come sopra oltre 1500 kW;
- N.2 consecutivi a partire da temperatura di regime, più 1 dopo 30 minuti, per motori fino a 1500 kW;
- N.2+1 come sopra oltre 1500 kW.

21.5CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

21.5.1 GENERALITÀ

I motori saranno per quanto possibile, di dimensioni e potenza nominali in conformità alle Norme CEI EN.

21.5.2 GRADO DI PROTEZIONE MINIMO

Il grado di protezione minimo, sarà:

INSTALLAZIONE	MOTORI ASINCRONI	SCATOLE MORSETTIERE CUSTODIE AUSILIARIE
INTERNO	IP 23	IP 44
ESTERNO	IP 54	IP 54

21.5.3 AVVOLGIMENTI

Gli avvolgimenti saranno in rame elettrolitico.

I materiali isolanti, per quanto riguarda la loro valutazione e stabilità termica saranno classificati, in conformità alla Norma CEI EN 60034-1, come segue:

- classe B o F con le sovratemperature della rispettiva classe per i motori a tensione fino a 1000 V;
- classe B o F con le sovratemperature della classe B per i motori a tensione maggiore di 1000 V.

Il collegamento degli avvolgimenti statorici dei motori non avviati a stella/triangolo, se non diversamente indicato negli elaborati progettuali, sarà assunto a STELLA.

Nel caso di motori destinati ad essere avviati con azionamenti a velocità variabile (controllati in tensione e frequenza) l'avvolgimento sarà di tipo speciale per resistere alle sovratensioni generate dallo switching degli elementi statici che costituiscono la parte di potenza del convertitore AC che re-inverte la tensione continua (raddrizzata da un ponte a diodi od a tiristori), in tensione alternata per il motore. In genere si parla di avvolgimento inverter resistent.

TERMINALI

I morsetti per l'allacciamento dei conduttori saranno del tipo antiallentanti.

Nei motori a tensione maggiore di 1000 V, gli isolatori passanti non dovranno essere in porcellana.

Gli isolatori passanti, i morsetti, gli ancoraggi ed i relativi accessori, saranno realizzati in modo da resistere senza danno alle sollecitazioni termiche e dinamiche di corto circuito.

All'interno delle scatole, saranno previsti ancoraggi distanziatori per i conduttori e serraggi per il cavo.

21.5.4 SCATOLE PER I TERMINALI (MORSETTIERE)

Nei motori a tensione fino a 1000 V con tre soli terminali di potenza potranno essere alloggiati nella stessa scatola anche i terminali della eventuale resistenza anticondensa. Quando invece siano previsti sei terminali di potenza, i terminali dell'eventuale resistenza anticondensa saranno ubicati in una scatola separata.

I terminali degli eventuali termo rivelatori saranno sempre ubicati in un'apposita scatola.

Nei motori a tensione superiore a 1000 V saranno previste scatole separate per i collegamenti di:

- potenza,
- centro stella,
- resistenza anticondensa,
- termorivelatori
- dispositivi di allarme, blocco e segnalazione montati sulla macchina o sugli ausiliari spediti assiemati e/o non assiemati al motore.

Quando richiesto, le scatole per i terminali di centro stella saranno adatte a contenere anche i TA per i dispositivi di protezione. Le scatole per i terminali di potenza saranno previste per l'ingresso dei cavi dal basso, salvo diversamente richiesto negli elaborati progettuali e saranno orientabili di 90° in entrambe le direzioni.

In tutti i motori, la morsettiera per l'allacciamento dei cavi di potenza, quando sia prevista lateralmente, sarà posta a destra guardando il motore dal lato accoppiamento. L' eventuale morsettiera di centro stella potrà anche essere installata sul lato opposto. Le scatole terminali ubicate sopra la carcassa saranno orientate verso destra da lato accoppiamento.

All'interno di tutte le scatole, sia ausiliarie sia di potenza, sarà previsto un morsetto o bullone di messa a terra per la connessione delle armature, schermi metallici e conduttori di protezione (PE) dei cavi.

21.5.5 ROTORE E VENTOLE

Il rotore sarà bilanciato dinamicamente con le ventole montate. L'eventuale materiale di apporto per il bilanciamento non sarà piombo o altro materiale tenero.

SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO

Se non diversamente indicato negli ulteriori elaborati progettuali, i motori saranno autoventilati aria - aria.

I motori con scambiatori aria-acqua, avranno gli scambiatori adatti alle caratteristiche dell'acqua; in mancanza di indicazioni saranno assunte le seguenti caratteristiche:

- pressione di progetto: 500 kPa (5 kg/cm2)
- temperatura d'ingresso: 25 °C
- perdite in carico: 70 kPa (0.7 kg/cm2)
- salto termico: 10 °C.

Il sistema di raffreddamento dovrà garantire il normale funzionamento del motore senza superare le sovratemperature massime ammissibili indicate nelle Norme CEI EN 60034-1 in funzione della classe di isolamento degli avvolgimenti.

21.5.6 CUSCINETTI E SISTEMA DI LUBRIFICAZIONE

I cuscinetti saranno definiti dal Fornitore in relazione alle forze in gioco, alla velocità, alle condizioni di servizio e agli standard costruttivi ed alle prescrizioni qui di seguito indicate:

a) I cuscinetti avranno una vita nominale (o durata teorica) calcolata con la macchina al servizio nominale, di almeno:

- 30.000 ore per accoppiamento diretto e senza spinte assiali dalla macchina accoppiata;
- 20.000 ore per accoppiamento a cinghia.

Per i motori a giri variabili i limiti sopra imposti sono da intendersi riferiti alla velocità massima.

I cuscinetti a rotolamento lubrificati con grasso saranno del tipo stagno prelubrificato quando a standard del Fornitore. I cuscinetti che necessitano della sostituzione periodica del lubrificante saranno provvisti di ingrassatore e spurgo per il grasso usato o eccedente. L'intervallo di lubrificazione dovrà essere indicato dal Fornitore / Appaltatore nella documentazione finale di uso & manutenzione.

I cuscinetti a strisciamento a lubrificazione forzata, avranno generalmente il sistema di lubrificazione in comune con la macchina accoppiata della quale esso farà parte.

Nei casi in cui la macchina accoppiata non sia provvista di sistema di lubrificazione forzata o comunque esso non sia utilizzabile per il motore, il Fornitore di quest'ultimo provvederà alla definizione e fornitura del proprio sistema di lubrificazione sulla base delle esigenze operative. Il progetto del sistema di lubrificazione dovrà essere sottoposto all'accettazione da parte del COMMITTENTE e/o della DL.

Il rabbocco dell'olio di lubrificazione o la lubrificazione periodica per cuscinetti a grasso dovrà essere possibile, in sicurezza, con macchina in servizio.

Nel caso di motori destinati ad essere avviati con azionamenti a velocità variabile il cuscinetto lato opposto comando deve essere isolato.

Nota: L'encoder, se utilizzato, deve essere con cuscinetto isolato altrimenti annulla l'effetto del cuscinetto isolato sul motore.

21.5.7 VIBRAZIONI

Se non diversamente richiesto negli elaborati progettuali, le vibrazioni dei motori con altezza d'albero uguale o superiore a 56 mm saranno contenute entro i limiti previsti dalle Norme CEI EN 60034-14. Salvo indicazione contraria, i basamenti saranno considerati rigidi.

21.5.8 ACCOPPIAMENTO

I motori saranno adatti per il tipo di accoppiamento definito negli elaborati progettuali (con particolare riferimento agli elaborati di processo e meccanici).

21.5.9 METODI DI MISURA DELLA TEMPERATURA

I metodi di misura della temperatura degli avvolgimenti e delle altre parti sono i seguenti:

- metodo per variazione di resistenza; la temperatura viene dedotta dall’aumento della loro resistenza;
- metodo con termorivelatori incorporati (ETD); la temperatura viene determinata tramite rilevatori incorporati nella macchina durante la costruzione. I termorilevatori possono essere termometri a resistenza, termocoppie o semiconduttori con coefficiente di temperatura negativo

- metodo termometrico; la temperatura viene misurata per mezzo di termometri a bulbo, termocoppie o termometri a resistenza applicati alle superfici accessibili della macchina completata.

In generale, si applicherà il metodo per variazione di resistenza per misurare la temperatura degli avvolgimenti di macchina. Il metodo termometrico verrà applicato quando il metodo per variazione di resistenza non è facilmente applicabile o con avvolgimenti ad un solo strato oppure durante le prove individuali su macchine costruite in grande serie.

Il metodo con termorivelatori incorporati sarà impiegato per la misura della temperatura degli avvolgimenti di statore di motori asincroni di potenza nominale maggiore o uguale a 5000 kW, se non diversamente specificato negli ulteriori elaborati progettuali.

Per motori asincroni di potenza nominale inferiore a 5000 kW e maggiore di 200 kW si impiegherà il metodo per variazione di resistenza, se non è specificato il metodo con termorivelatori incorporati negli ulteriori elaborati progettuali.

Per macchine a corrente alternata di potenza nominale minore o uguale a 200 kW si deve scegliere il metodo per variazione di resistenza.

Per macchine di potenza nominale minore o uguale a 600 W, qualora gli avvolgimenti non siano uniformi o risulti difficile la realizzazione delle necessarie connessioni, la temperatura verrà determinata per mezzo di termometri.

I limiti di sovratemperatura saranno quelli prescritti dalla Norma CEI EN 60034-1.

21.5.10 ACCESSORI E AUSILIARI

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE TERMICA

I dispositivi di protezione termica, quando richiesti, saranno conformi alle Norme IEC 60034-11,

Il fornitore installerà in ogni caso quelli ritenuti necessari per una corretta utilizzazione e protezione dei motori anche se non richiesti.

DISPOSITIVO DI CORTO CIRCUITO E SOLLEVAMENTO SPAZZOLE

Il dispositivo di corto circuito e sollevamento spazzole sarà previsto solo quando ritenuto necessario dal Fornitore o quando richiesto esplicitamente richiesto. Esso sarà di tipo motorizzato con possibilità di manovra manuale di emergenza e con interblocco tra il sollevamento spazzole e il corto circuito.

RESISTENZE ANTICONDENSA E DI RISCALDAMENTO

Le resistenze saranno di tipo corazzato.

Una targa posta in posizione ben visibile vicina alla scatola morsettiera delle resistenze, porterà incisa i relativi dati nominali.

Le resistenze anticondensa saranno dimensionate e ubicate in modo tale da impedire la formazione di condensa durante le fermate del motore.

Esse potranno restare permanentemente inserite, quando il motore è fermo, senza provocare danni agli avvolgimenti.

Per i motori da installare in aree con atmosfera pericolosa, saranno rispettate le norme specifiche.

Le resistenze di riscaldamento olio saranno previste solo, quando il Fornitore lo ritiene necessario, in funzione della minima temperatura ambiente.

Le resistenze avranno temperature superficiali tali da non alterare le caratteristiche dell'olio e comunque non superiori a 80°C.

Il Fornitore del sistema di lubrificazione fornirà tutte le apparecchiature necessarie al controllo automatico di dette resistenze, nell'esecuzione adatta al luogo di installazione.

TARGHE

Le targhe di identificazione della macchina e quelle riportanti i dati elettrici e costruttivi, secondo quanto indicato nelle Norme CEI EN 60034-1 saranno realizzate in acciaio inossidabile (AISI 316L) con scritte incise e saranno fissate alla custodia con spinotti in acciaio inossidabile (AISI 316L).

Per temperature ambiente di progetto superiori a quelle standard delle norme di riferimento saranno riportati in targa i dati nominali riferiti a queste temperature.

21.5.11 ACCESSORI DI MONTAGGIO E ATTREZZATURE

Se non diversamente indicato negli elaborati progettuali, i motori fino a 1000 V avranno il basamento in comune con la macchina condotta.

Il Fornitore dei motori dovrà fornire inoltre:

- i bulloni e gli accessori di fissaggio al basamento (se previsto)
- i bulloni o zanche o piastre di fissaggio del motore o del suo basamento alla fondazione.

Per ogni gruppo di motori facenti parte di un'unica fornitura, saranno fornite due serie di chiavi ed attrezzi di tipo speciale per lo smontaggio e la manutenzione.

Per ogni motore o gruppo di motori uguali forniti smontati, sarà fornita tutta l'attrezzatura speciale per il montaggio.

21.5.12 PARTI DI RICAMBIO PER LA MESSA IN ESERCIZIO

Sarà fornito il materiale sotto indicato ed eventualmente il materiale aggiuntivo richiesto.

- Cuscinetti dei motori fino a 1000 V: N°. 1 per ogni tipo e dimensione
- Vernice a finire: 2 kg.

Il Fornitore potrà suggerire altri materiali da prevedere, in base alla sua esperienza.

21.6ERGONOMIA

Se non diversamente richiesto negli elaborati progettuali, i livelli di rumore non dovranno superare i valori

indicati dalle CEI EN 60034-9, anche per macchine di potenza superiore a 400 KW.

21.7SICUREZZA

21.7.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Il Fornitore dovrà garantire che i motori elettrici asincroni, oggetto di questo documento, saranno costruiti a " REGOLA D'ARTE" per rispettare le prescrizioni di sicurezza previste dalle Normative di riferimento.

21.7.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

I motori con tensione nominale non superiore a 1000 V c.a. o 1500 V c.c. e potenze inferiori a 100 kW saranno provvisti un morsetto del conduttore terra in prossimità dei morsetti dei conduttori di fase, all'interno della morsettiera.

I motori con tensione nominale superiore a 1000 V c.a. o 1500 V c.c. avranno un morsetto di terra sulla carcassa ed un mezzo per collegare all'interno della morsettiera l'eventuale guaina metallica del cavo conduttore.

Il tipo di materiale del morsetto di terra e la sezione del conduttore di terra saranno determinati in base alla norma CEI EN 60034-1. I morsetti di terra saranno contraddistinti secondo la Norme CEI EN 60034-1.

22 ILLUMINAZIONE

Le presenti prescrizioni valgono per gli apparecchi di illuminazione funzionanti alla tensione di 230V.

I componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade e di ausiliari elettrici.

Gli apparecchi illuminanti devono garantire le prestazioni richieste dal tipo d'installazione. In particolare i corpi illuminanti devono essere integri e avere adeguata protezione elettrica e meccanica.

Gli ausiliari elettrici degli apparecchi illuminanti quali: accenditore, reattore, condensatore, eventuali fusibili di protezione, porta lampada, morsettiere, devono essere in buono stato e di caratteristiche idonee al corretto funzionamento delle lampade.

I riflettori devono essere in lamiera a tutto spessore dall'alluminio con titolo non inferiore al 99.8%.

Sugli apparecchi d'illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della Norma CEI 34-21.

Si riportano di seguite le principali caratteristiche dei corpi illuminanti.

22.1 APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE NORMALE E DI EMERGENZA PER LOCALI TECNICI

Apparecchi illuminanti di tipo Stagni, per installazione "a vista", completi di lampade a LED aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- SORGENTE LUMINOSA: Modulo LED singolo o doppio
- POTEZA ASSORBITE & FLUSSO LUMINOSO:
  - Singolo modulo led – 11W 1593lm, 19W 2870lm, 24W 3830lm
  - Doppio modulo led - 21W 3195lm, 38W 5752lm, 50W 7671lm

- TEMPERATURA COLORE: 4000k
- TEMPERATURA AMBIENTE: -30°C ÷ 40°C
- GRADO DI PROTEZIONE MINIMO: IP55
- CLASSE ENERGETICA: A++
- MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO LED: 80.000h
- ALIMENTATORE: Elettronica 220-240V 50/60Hz
- FATTORE DI POTENZA: ≥0,9
- CORPO: Stampato ad iniezione, in policarbonato, infrangibile, di elevata resistenza meccanica.
  DIFFUSORE: Stampato ad iniezione in policarbonato trasparente prismatizzato internamente per un maggior controllo luminoso, autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV.
- RIFLETTORE: in acciaio zincato preverniciato a forno con resina poliestere stabilizzato ai raggi UV.
- TIPO DI CABLAGGIO: con reattore elettronico.
- OPZIONE A RICHIESTA VERSIONE PER FUNZIONAMENTO IN EMERGENZA S.A. (sempre accesa): In caso di ''black-out'' la lampada collegata al circuito in emergenza rimane accesa, evitando così problemi dovuti all'improvvisa mancanza di illuminazione. Autonomia minima di 60 min. Al ritorno della tensione la batteria deve ricaricarsi automaticamente.

22.2ARMATURE STRADALI

Apparecchi illuminanti per installazione su pali stradali, completi di lampade a LED aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- SORGENTE LUMINOSA: Modulo LED singolo
- POTEZA ASSORBITE & FLUSSO LUMINOSO: 39W 4316lm, 57W 6475lm, 76W 8135lm, 114W 12218lm, 127W 15710lm
- TEMPERATURA COLORE: 4000k
- TEMPERATURA AMBIENTE: -30°C ÷ 40°C
- GRADO DI PROTEZIONE MINIMO: IP66
- CLASSE DI ISOLAMENTO: II

- MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO LED: 70.000h
- ALIMENTATORE: Elettronica 220-240V 50/60Hz
- FATTORE DI POTENZA: ≥0,9
- PROTEZIONE SOVRA-TEMPERATURA: Dispositivo di controllo della temperatura all'interno dell'apparecchio con ripristino automatico.
- SURGE PROTECTOR (DIFFERENZIALE / COMUNE): Dispositivo di protezione contro i fenomeni impulsivi atto a proteggere il modulo LED e il relativo alimentatore, classe 2, protezione almeno fino a 8kV.
- OTTICHE: Sistema a ottiche combinate ad alto rendimento resistenti alle alte temperature e ai raggi UV.
- CORPO & TELAIO: Stampati in alluminio pressofuso. Alette di raffreddamento integrate nella copertura.
- ATTACCO PALO: In alluminio pressofuso provvisto di ganasce per il bloccaggio dell'armatura secondo diverse inclinazioni. Idoneo per pali di diametro 63-60mm.
- DIFFUSORE: vetro trasparente sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti
- DOTAZIONI: Con dispositivo elettronico dedicato alla protezione del modulo LED. Completo di connettore stagno IP67 per il collegamento alla linea. Sezionatore di serie in doppio isolamento che interrompe l'alimentazione elettrica all'apertura della copertura. Valvola anticondensa per il ricircolo dell'aria.
- VERNICIATURE: ciclo di verniciatura standard a polvere, composto da una fase di pretrattamento superficiale del metallo e successiva verniciatura a mano singola con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV.
- TIPO DI CABLAGGIO: con reattore elettronico.

22.2.1 PALI DI SOSTEGNO

I pali di sostegno dovranno essere di tipo tronco-conico o cilindrico in acciaio zincato a caldo, completi di targhetta identificativa con marchiatura UNI EN 40.

Lo spessore minimo dei sostegni troncoconici e cilindrici dovrà essere:

- 3 mm per pali fino 5,5 m fuori terra;
- 4 mm per pali da 6,0 m fuori terra ed oltre.

La protezione della base del palo dovrà essere sempre realizzata dal costruttore del palo stesso, con certificazione di conformità alla Norma UNI EN 40, e potrà essere costituita da guaina termorestringente o, in alternativa, manicotto in acciaio saldato alla base.

In corrispondenza della zona d'incastro del palo nel plinto di fondazione dovrà essere realizzato un cordolo in CLS di tipo "a raso".

Salvo diversa indicazione i pali dovranno essere realizzati in acciaio zincato tipo S235JR.

All'interno dell'apposito alloggiamento dovranno essere installate morsettiere ad incasso palo di tipo "Conchiglia" o equivalente di altra marca, in doppio isolamento, complete di:

- n°1 fusibile di protezione se il punto luce è costituito da singola luce;
- collegamenti elettrici in cavo F+N+T di sezione minima 2,5 mm^2 del tipo FG16(O)R16 0,6/1kV per l'alimentazione degli apparecchi illuminanti e derivazione dalla linea elettrica principale (per gli apparecchi illuminanti in classe 2 non sono necessari i cavi di terra).

Le morsettiere dei pali dovranno essere tali da permettere l'entra esci dei cavi di alimentazione, al fine di alimentare altri pali in derivazione dalla morsettiera.

Gli alloggiamenti per le morsettiere ad incasso palo dovranno essere dotate di idonea portella di chiusura in alluminio pressofuso, complete di linguette in ottone per serraggio su palo, viteria in acciaio inox, guarnizione in gomma EPDM resistente agli agenti atmosferici, senza personalizzazione (p.es. "ACEA"). Grado di protezione IP 54 ed IK 08.

L'eventuale verniciatura dei pali dovrà essere realizzata e certificata direttamente dalla casa costruttrice.

L'altezza dei pali dovrà essere corrispondente a quella indicata negli elaborati grafici e nei calcoli illuminotecnici.

22.2.1.1 SBRACCI PER PALI

Gli sbracci cilindrici da accoppiare ai pali dovranno essere realizzati con tubi aventi diametro tale da consentirne l'innesto sui pali e spessore minimo di 3 m. Gli sbracci salvo diverse indicazioni dovranno essere realizzati in acciaio zincato tipo S235JR. Gli sbracci potranno essere singoli o doppi, in accordo ai calcoli illuminotecnici ed agli elaborati grafici.

La lunghezza degli sbracci, in accordo agli elaborati progettuali, sarà compresa normalmente tra 1,5 e 2m.

22.3ILLUMINAZIONE DELLE VIE DI ESODO

Apparecchi illuminanti per illuminazione delle vie di esodo, per installazione "a vista", completi di lampade a LED aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- SORGENTE LUMINOSA: Modulo LED singolo
- POTEZA ASSORBITE & FLUSSO LUMINOSO: 8W 677lm
- TEMPERATURA COLORE: 4000k
- TEMPERATURA AMBIENTE: -30°C ÷ 40°C
- GRADO DI PROTEZIONE MINIMO: IP65
- MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO LED: 50.000h
- ALIMENTATORE: Elettronica 220-240V 50/60Hz
- FATTORE DI POTENZA: ≥0,9
- CORPO: In policarbonato infrangibile ed autoestinguente, stabilizzato ai raggi UV, antingiallimento.
  DIFFUSORE: In policarbonato trasparente, antiabbagliamento, infrangibile e autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV.
- TIPO DI CABLAGGIO: con reattore elettronico.
- TIPO DI FUNZIONAMENTO: Emergenza (Sempre Acceso) S.A., in caso di "black-out" la lampada collegata al circuito in emergenza rimane accesa, evitando così disagi dovuti all'improvvisa mancanza di illuminazione.
- AUTONOMIA FUNZIONAMENTO IN EMERGENZA: Minimo 60 minuti.

- VELOCITA' DI ACCENSIONE: Entro 5 secondi al 50 %, entro 60 secondi al 100 % dell'illuminamento previsto. < 0,5 secondi per luoghi di lavoro pericolosi.
- TEMPO DI RICARICA: ricarica completa entro 12 ore
- ACCESSORI: Pittogrammi indicanti la via di fuga

23 GRUPPI PRESE INDUSTRIALI

I gruppi di prese di tipo industriale da installare nelle configurazioni e quantità previste negli elaborati allegati alla presente dovranno essere del tipo:

- n°2 prese SCHUKO BIPASSO 10/16A F+N+T a 230V;
- n° 1 presa CEE dotata di interruttore di blocco e fusibili da 2x16A F+N+T a 230V;
- n° 1 presa CEE dotata di interruttore di blocco e fusibili da 4x16A 3F+N+T a 400V;
- n° 1 Interruttore modulare del tipo automatico magneto-termico differenziale 4P da 25 A, Idn=30mA, Icc=10kA

Le prese CEE dovranno essere del tipo interbloccate con sezionatore e fusibili.

L'inserzione e la disinserzione della spina dovrà essere possibile solo a sezionatore aperto.

Il gruppo prese sarà montata su apposito quadro in policarbonato dotato di scatola di derivazione.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Sistema di costruzione in resina termoindurente esente da alogeni "Halogen Free";
- Omologata non propagante la fiamma in caso di incendio "flame proof GWT 960°C";
- Autoestinguenza V0;
- Resistenza agli urti: >IK10 (20J);
- Grado di protezione IP66 e IP67;
- Doppio isolamento;
- Ottima resistenza agli acidi e basi;
- Interruttore SEZIONATORE;
- Categorie di impiego: AC3, AC23A a corrente nominale;
- Minimo 10.000 manovre;
- Corrente condizionale di corto circuito interruttore Icc= 10kA;

- Staffa di interblocco in acciaio.

24 COMPONENTI DELLA SERIE CIVILE COMPONIBILE

24.1 GENERALITA'

Le apparecchiature saranno, per tutte le tipologie previste a progetto, realizzate da uno stesso Costruttore, con struttura e finiture di livello medio, disponibilità delle funzioni e componentistica necessaria a fini prettamente funzionali.

I componenti saranno del tipo modulare o per guida DIN, con grandezze conformi alle dimensioni standard europee, installabili ad incasso o in quadro elettrico, su adeguati supporti appartenenti allo stesso sistema previsto dal Costruttore.

Ciascun frutto sarà corredato di apposito sistema di aggancio al supporto atto a garantire adeguata resistenza e stabilità di ancoraggio a sollecitazioni meccaniche esterne esercitate in ogni direzione.

La rimozione dal supporto potrà avvenire solo mediante l'uso di un attrezzo.

I materiali impiegati saranno conformi alle condizioni di prova indicati dalle normative di prodotto.

I contatti interessati dall'arco elettrico prodotto dall'apertura del circuito, saranno realizzati con metalli nobili, in grado di ridurre gli scintillii e le sovratemperature.

Avranno morsetti studiati per accogliere uno o due conduttori di diversa sezione sia rigidi che flessibili e poter garantire l'uniforme pressione di serraggio nel tempo.

Le viti e piastre di serraggio costituenti i morsetti saranno del tipo "imperdibile". La testa delle viti sarà a croce o ad intaglio ed adatta all'utilizzazione di utensili manuali ed elettrici.

I morsetti saranno identificabili da numeri/lettere riportati sugli schemi elettrici stampigliati direttamente sull'apparecchiatura.

L'apparecchiatura dovrà garantire sul fronte un grado di protezione > IP20.

24.2 PRESCRIZIONI GENERALI DI INSTALLAZIONE

Le apparecchiature elettriche del tipo civile dovranno essere installate entro apposita scatola porta moduli rettangolare.

La posa garantirà una perfetta aderenza tra il profilo della placca e la superficie estrema di appoggio in accordo alle istruzioni di montaggio del Costruttore ed in posizione tale da garantire la completa accessibilità per sostituzione e/o ampliamento delle funzioni presenti.

Le quote di installazione dal piano di calpestio e dalle zone di rispetto dovranno essere conformi alle norme, in particolare:

- Prelievo energia e dati ad almeno 17,5 cm di altezza dal piano;
- Punti di comando fra 110 e 120 cm di altezza dal piano (preferibilmente alla stessa altezza delle maniglie delle porte);
- Prelievo energia e comando luce per servizi, specchi, ecc.., ad almeno 110-120 cm dal piano.

Le apparecchiature di comando saranno utilizzate per svolgere le funzioni di accensione e spegnimento di carichi Ohmici ed Ohmico-induttivi di tipo manuale od automatico.

In particolare comanderanno i circuiti luce da uno o più punti, con lampade ad incandescenza. fluorescenti rifasate e non o LED, circuiti di azionamento motori (solo nell'uso prettamente civile).

24.3 PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE PRESE A SPINA

- Tensione nominale: 230V;
- Durata elettrica: 5000 inserimenti/disinserimenti della spina a 250 V, con In a cosfì=0,6;
- Capacità di interruzione: 100 inserimenti/disinserimenti della spina con 1,25 In a cosfì=0,6 - 275V;
- Rigidità dielettrica: 2000 V;
- Resistenza di isolamento: 5 MOhm in esercizio con 500V;

- Priorità al contatto di terra (in inserzione) rispetto ai poli attivi;
- Grado di protezione: IP 20.

24.4 PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE PRESE DATI

La presa utente sarà costituita, salvo casi particolari, da n. 2 prese del tipo RJ45, a 8 conduttori e in grado di essere allocata all'interno di una scatola del tipo "Ticino 503".

La presa utente, nel suo complesso sarà dello stesso produttore e della stessa linea di prodotti scelta per i frutti dell'impianto elettrico.

Le prese ed i pannelli di connessione dovranno soddisfare le relative specifiche per hardware di connessione di categoria 6/6°.

Le bretelle UTP in rame lato utente avranno lunghezza pari ad almeno a 3 m.

Le prese di utente dovranno essere etichettate con etichette che ne indichino:

- l'armadio di attestazione relativo;
- la posizione della presa all'interno dei pannelli di permutazione.